作物蟲害非農藥防治資材介紹

性費洛蒙誘殺防治法為有機農法上允許使用的害蟲防治技術，田間實際應用時，以性費洛蒙製劑及誘蟲盒組成誘蟲器，懸掛於作物上方約50～100公分。

使用方法：

1. 全年防治：針對全年栽種作物區，應持續誘殺以維持防治效果。
2. 重點時期防治：對於季節性作物，可於害蟲密度高峰期前1～2個月開始使用。例如，10～12月為斜紋夜蛾成蟲密度高峰期，應於8～9月間開始全面誘殺，並持續到作物收成。
3. 誘劑更換周期：每1～1.5個月更換誘劑一次。

紅色防治斜紋夜蛾
橙色防治番茄夜蛾
藍色防治甜菜夜蛾

本所為服務農民，提供性費洛蒙製劑代製服務，每100條代製費用新台幣500元，歡迎農民多加應用。
相關使用問題，可洽詢：04-23317632

ISSN 1017-0863
GPN：2007900008
定價：NT$30

ISSN 1017-0863

行政院農業委員會農業試驗所

技術服務

- 日本優質米製粉品種評估現況
- 簡介氣象環境對水稻米質的影響
- 全球溫暖化對台灣水稻害蟲及其管理方法之可能影響
- 西瓜園瓜實蠅之區域防治
- 遠緣雜交育種障礙及克服策略

85
100年3月出刊

第二十二卷第一期

中華民國壹百年三月出版

目錄

封面說明：全球氣候溫暖化，可能造成害蟲繁殖世代增加，提高害蟲越冬存活率等影響。

◎圖/文 嘉義分所 黃守宏

行政院農業委員會農業試驗所技術服務季刊
出 版 者/行政院農業委員會農業試驗所
創刊年月/民國79年3月
發 行 人：陳駿季
總 編 輯：方尚仁
執行編輯：黃淑華、楊舜臣、蕭淑芬、陳盈佑
地　　址：台中市霧峰區萬豐里中正路189號
網　　址：http://www.tari.gov.tw
電　　話：(04)23302301~5
農民服務專線：04-23302301-7456
版權所有、轉載須經本所同意
展售書局：
■五南文化廣場　台中市中山路6號 (04) 22260330
■國家書店松江門市
台北市松江路209號1樓 (02) 25180207 (代表號)
■國家網路書店：http：//www.govbooks.com.tw
承 印 者：農世股份有限公司
台中市漢口路3段55巷21號 (04) 22932036
定　　價：NT 30 元
行政院新聞局出版事業登記證局版臺省誌字第8276號
中華郵政中台字第0759號執照登記為雜誌交寄
GPN：2007900008
ISSN：1017-0863　NT$30

農藝作物
日本優質米製粉品種現況評估
■吳東鴻 賴明信 1
作物栽培
簡介氣象環境對水稻米質的影響
■陳鑫 楊純明 5
應用動物
全球溫暖化對台灣水稻害蟲及其管理方法之可能影響
■黃守宏 鄭清煥 吳文哲 8
西瓜園瓜實蠅之區域防治
■高靜華 謝易霖 黃毓斌 江明耀 11
生物技術
美國、日本、台灣GMO安全管理概況—水稻及木瓜之個案分析(下)
■杜元凱 陳烈夫 15
作物育種
遠緣雜交育種障礙及克服策略
■邱金春 王三太 19
作物生理
漫談氣象環境對果樹生產之可能影響
■張翊庭 楊純明 23
農業工程
光度單位轉換問題之探討
■姚銘輝 26
農業推廣
合作業者參與農業科技產學合作計畫之滿意度調查
■楊舜臣 顏妙朱 30
新聞訊息
台灣第一個平地花梅新品種－台農花梅1號「純香」
■溫英杰 34
進攻日本文心蘭切花市場的明日之星－台農4號白雪
■蔡東明 莊耿彰 謝廷芳 35
台灣柑橘新天王「台農天王柑」誕生囉！
■黃阿賢 張哲瑋 楊宏仁 36
重要記事
農業試驗所100年01月至03月重要記事
■編輯室 37

日本優質米製粉品種現況評估

農試所作物組 吳東鴻 賴明信

一、前言

日本每人每年平均白米消費量自1960年118.3 kg逐漸遞減至2009年僅存58.5 kg，每年以減少1.2 ~ 0.6 kg消費量的速度下滑中(圖一)，然每年用於烘培麵包、糕點等西式甜點中約有86%麵粉為進口小麥 (500萬噸)，使得日本目前僅有60%的灌溉田係用於生產食用米，其餘40%均轉作栽培大豆、小麥、飼料作物等。日方為了刺激國民白米消費量，期望能降低小麥進口量，以穩定糧食自給率，自2003年開始投入研發經費擴大米製品產銷鏈，嘗試開發米麵包、米蛋糕、米麵條等多元化米製品與米製粉研磨技術，並選育日本優質米製粉品種生產栽培，期望擴大日本國人白米需求量，確保水田栽培面積得以穩定糧食生產，有效調整水田栽培結構強化糧食自給率，增加商品附加價值提高稻農收益，開創稻作多元化產業。

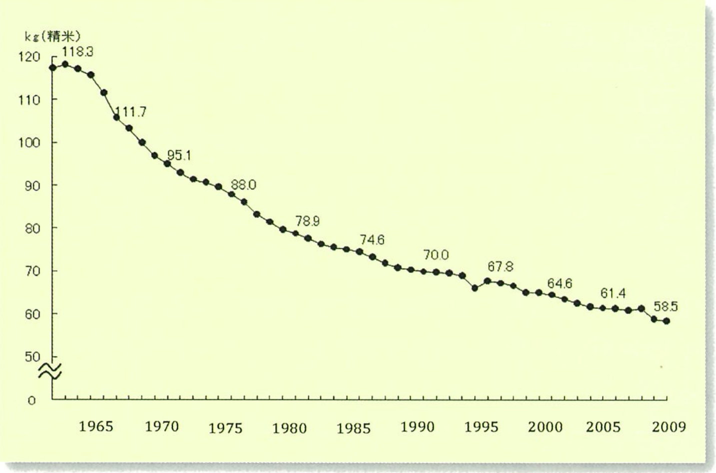
作　　者：吳東鴻助理研究員
連絡電話：04-23317106

二、米製粉研發歷史及需求現況

日本米麵包發展歷史可追溯至1919年開始販售第一個玄米麵包算起，1977年開始推行學校午餐添加米製粉麵包然最終宣告失敗，1994年於日本新瀉縣發表「兩階段米製粉研磨技術(two phase milling)」專利，1996年技術革新再發表「酵素式米製粉研磨技術(enzyme processed milling)」專利 (新瀉縣)，直至2002年山形大學 (Yamagata university) 開發出100%米製粉麵包，2008年日本羅森(Lawson)連鎖便利商店開始販售米麵包，星巴克咖啡店 (Starbucks) 亦販賣米製瑞士捲蛋糕。而三洋電機 (SANYO) 早已研發家庭式麵包烘培機，僅需放入商售米製預拌粉便可輕鬆烘培出米麵包，該公司更於2010年11月份發售GOPAN麵包機，強調僅需放入白米穀粒便可烘製完成麵包等自動功能，預期有助於增加小家庭白米消費量。

自2003年起官方統計米製粉需求量達1,000噸，農林水產省2010年10月統計米製粉專用栽培面積已快速增加至4,967公頃，日本各縣速報統計米製粉需求量更高達27,850噸，較2009年攀升將近一倍(圖二)，然日本每年小麥粉平均消費量需

456萬噸以上，而米製粉用於糕點等甜點製造量僅10萬噸，其中2萬噸則用於製造米麵包，顯見米製品在日本的需求潛力仍存相當大的取代空間。且日方於2010年3月時就食料、農業、農村基本施政策略中擬定2020年消費達50萬噸米製粉，使其可提升糧食自給率取代10%的進口小麥用量，然欲達上述目標則將復耕10萬公頃灌溉田，顯見日方推動擴大白米內需量對連帶回復水稻栽培面積具直接效益。



圖一、日本近40年每人每年白米消費量趨勢。(農林水產省，2010)

圖二、日本米製粉消費量與專責契作面積增長趨勢 。(農林水產省，2010)

三、米製麵包種類與特性

麵包製作一般以小麥麵粉為主要原料，然其中混入米製粉則稱為米麵包 (rice bread, 米製粉パン)，但因稻米中缺乏麥醇溶蛋白 (gliadin) 與麥穀蛋白 (glutenin) 所構成之麵筋 (gluten) ，使得純米製粉麵糰不具黏彈性，體積無法發泡成膨鬆狀，導致口感柔軟度不足。然為了解決上述瓶頸，米製粉麵糰中可依參入不同添加物可區分為三種類型：(1) 混合麥麵粉者：將米製粉與小麥粉相互混合製成麵糰，米製粉混合比例可超過20%以上，此類最適於麵包工廠中大量生產；(2) 混合麵筋粉者：米麵粉糰中混合小麥麵筋蛋白，參入15 ~ 20%的麵筋蛋白作為黏彈性來源，此類蛋糕、麵包口感佳，在日本是最受歡迎的類型；(3) 無混入麵筋者：在90 ~ 99%米粉糰中混入1 ~ 10%的增稠劑，諸如瓜取膠 (guar gum)、三仙膠 (xanthan gum) 或羥丙基甲基纖維素 (hydroxypropyl methylcellulose)，若為小麥過敏原的消費者可食用該類型麵包 (圖三)。且米麵包較小麥麵包仍具部分優點，諸如：米麵包水分含量 (42 ~ 45%) 較小麥麵包 (35 ~ 38%) 高許多，烘培後使得米麵包質地更為鬆軟、濕潤，且米麵包發酵時間較短，可於3小時內發酵完全進行烘培，雖擺放時日後則口感易轉硬。

四、優質水稻米製粉品種

目前米製粉原料價格仍偏高，小麥粉每公斤200 ~ 300日圓，但米製粉則需300 ~ 400日圓/kg，且麵筋粉價格更高達800 ~ 1000日圓/kg；小麥麵糰可膨發超過5倍以上，而米製粉麵糰膨發體積較不足僅能3 ~ 4倍；另米麵包的側邊與底部易發生塌陷導致形狀變形等缺點，會產生上述缺陷，主要是因為米麵糰較小麥麵糰中的麵筋黏彈張力較薄弱，而米麵包的膨發體積較小並不是與粉末顆粒大小有關，反而是與麵糰中所含有破損澱粉的比例有高度負相關，顯示良好米製粉品質具有低破損澱粉比例而非細微顆粒大小 (Arkai et al., 2009)。

破損澱粉 (damaged starch) 主要是因高熱或加工過程中研磨澱粉導致破碎，但與顆粒大小無關，而破損澱粉會吸附過多的水分使麵糰吸附水分過高，現今可藉由澱粉破損檢測藥劑組 (starch damage assay kit, Megazyme) 進行 α 澱粉酶活性檢測分析澱粉破損比例。米製粉中的直鏈性澱粉 (amylose) 含量過低會導致麵包形狀塌陷，但含量過高會使麵包質地偏硬，由Aoki et al. (2010) 試驗結果顯示具有約20%直鏈性澱粉之品種最適用於製作米麵包，然藉由混合0 ~ 100%等不同直鏈澱粉比例可見，高直鏈澱粉吐司的膨脹高度較低且質地偏硬。

目前日本高產水稻栽培品種的製粉特性，可從穀粒心腹白程度、粉末顆粒大小與澱粉破損比例等米製粉研磨質地判別優劣 (Aoki et al., 2010)。發現高米質品種「越光」或「Momiroman」、「Kusahonami」研磨時產生較低比例的破損澱粉 (1.3%)，然「越光」粉末顆粒較大達46.2 μm，「Kusahonami」雖顆粒大小僅39.7 μm且澱粉破損比例達1.5%，但因澱粉膠化溫度過高(75.2℃)導致口感偏硬，相較之下，就屬2008年所育成之「Momiroman」的澱粉破損比例最低(1.3%)、顆粒質地最細(24.8 μm)、心腹白比例較高外，直鏈澱粉含量較高且不易產生凹陷形狀。值得一提的是台農67號對Momiroman具遺傳貢獻量，顯見我國水稻品種亦具有選育優良米製粉的潛力(表一)。

圖三、目前日本米製麵包、吐司與糕點等多元化流通商品 。

農藝作物

表一、日本各高產水稻品種之製粉特性

品種名稱	品系代號	雜交譜系	米粒顆粒大小(μm)	破損澱粉比率(%)	育成年代
越光(Koshihikari)	農林100號	農林22號/農林1號	46.2	1.3	1956
タカナリ(Takanari)	關東146號	密陽42號/密陽25號	50.6	2.1	1990
クサノホシ (Kusanohoshi)	中國147號	多收系175/中國91號	32.0	1.6	2002
クサホナミ (Kusahonami)	關東飼206號	中國91號/中国113號	39.7	1.5	2002
ホシアオバ (Hoshiaoba)	中國146號	多收系174/北陸130號	44.1	2.4	2002
夢あおば(Yumeaoba)	北陸187號	上321/奧羽331號	43.7	1.8	2004
べこあおば (Bekoaoba)	羽飼387號	北陸130號/西海203號	36.3	1.7	2005
べこごのみ (Bekogonomi)	羽飼395號	奧羽331號/97UK-46	38.0	1.8	2007
北陸193號 (Hokuriku193)	北陸193號	上344/桂朝2號	62.1	3.2	2007
モミロマン (Momiroman)	關東飼226號	西海203號[z]3//IR65598-112-2/西海203號	24.8	1.3	2008

[z] 台農67號為西海203號親本之一。

(節錄自Aoki et al., 2010)

五、國內米製粉品種之展望

日本小麥消費量有86%仰賴進口，但自2008年發生能源危機，各國競相以糧食作物生產生質能源，導致國際穀類價格居高不下，小麥離港價格每噸高達300美金，在高度仰賴進口貿易下使得糧價極受衝擊。然反觀日本國產稻米價格則相對較穩定，對因應波動生產成本具有較高緩衝能力。因此，日方除了開發多元化米製品，作為白米消費量促進策略外，亦選育優質水稻米製粉品種，作為生產高產、高品質米製粉來源，並強化日方整體稻作產銷鏈，以穩定糧食供應及提高稻農收益。日本推動多面效益之稻作產業的具體方案，可供我國糧政單位參考。而優良米製粉品種不僅需具備高穀粒產量、耐病蟲害等優良農藝特性外，更須考量低破損澱粉比例與中等直鏈澱粉比例 (20%) 等製粉品質，才能研磨出高品質米製粉，而非一般高食味品質之栽培品種可勝任，由其上述基礎研究將有助育種家未來選育優質米製粉品種時，作為擬定選拔方向之依據。

六、參考文獻

Aoki, N., T. Umemoto and Y. Suzuki. 2010. J. Jap. Soc. Food Sci. Technol. 57:107-113.

Araki, E., T.M. Ikeda, K. Ashida, K. Takata, M. Yanaka and S. Iida. 2009. Food Sci Technol. Res. 15: 439-448.

簡介氣象環境對水稻米質的影響

亞洲大學生物科技系 陳鑫

農試所作物組 楊純明

一、前言

稻米係國人的傳統主食，近年來隨著生活水準的大幅上升，稻米品質日益受到民眾重視。除了內在的遺傳組成，外在環境係影響米質的主要因素，優良米質的先決條件是稻株必須生長於合適的栽植環境中，而且收穫後米質的維持則是稻穀必須保存於適宜的貯藏環境。一般稻米的食用品質可概分五個面向品評與討論，包括烹調品質、食用品質、營養品質、貯藏品質(或米質老化)及米粒理化特性等，而這些關於米質的評量都和環境變化息息相關。

台灣的稻作研究已歷經百餘年，品種改良及栽培技術改進成效斐然，單位面積年產量在國際間已名列前茅。惟稻米品質的改良尚未臻完善，仍有許多改進的空間，因此現階段首當釐清稻作改良的瓶頸議題與限制因子，才可能尋求出突破的途徑。以鄰國日本為例，其北海道的稻米產銷原被歸為最差的第五類米產區，在各有關單位經過近10年的共同努力下，已有部分產區躍升為第二類良質米產區，值得我國未來規劃之借鏡。本文將試以從米質定義的探討，進一步摘要解析栽植環境對米質的影響，了解環境如何左右米質優劣，生產者(農民)又如何藉由栽培管理生產優質稻米。

通訊作者：楊純明研究員
連絡電話：04-23317117

二、優良米質的定義

為了統一對『良質米』的認知，政府制定了以下定義「CAS (Certified Agricultural Standards；台灣優良農產品標章)良質米即是由良質米適栽區生產之良質米品種稻穀，由CAS良質米認定廠加工製造，品質符合衛生安全標準及CAS良質米標準之高品質食米」。根據此一定義，良質米原料稻穀屬政府推薦之良質米品種，原料稻穀應為適栽區所生產，必須要有稻穀生產之源頭管理計畫，稻穀要由良質米認定廠加工製造，米質須符合國家衛生安全標準並妥善完整包裝標示。

關於良質米品質之定義及良質米品種之規範，CAS良質米品質規格標準為「外觀品質應符合白米CNS (Chinese National Standards; 中華民國國家標準)一等標準，且其新鮮度(酸鹼值)須達6.7

作物栽培

以上」，而行政院農業委員會制定的「水稻良質米推薦品種實施要點」則明示「良質米推薦品種由本會召開會議審查核定」。政府自1985年第二期稻作開始，即因應國人對高品質食米的要求趨勢致力於提升品質的各項工作，至2009年已有台稉2、5、8、9、14、16號、台農71號、桃園1號、台南11號、高雄139、145號、台東30號及台中秈10號等13個良質米推薦品種。又自2007年起辦理「十大經典好米」的競選活動，目的就在於提供國人優良食米及提升國產稻米的競爭力。民眾要購買到真正貨真價實且質佳味美的良質米，應當充分瞭解上述各項定義及說明，才能吃的安全、吃的健康、吃的放心。

三、影響米質的因素

影響米質的因素很多，欲有好的米質當然先得有好的稻種，目前可以利用生物科技導入優質耐逆境的目標基因，再經由傳統育種方式選拔出期待的優良水稻品種。有了好稻種之後，其次是栽植環境的選擇，良質米生產地必需具備適宜的土壤質地、水質及氣象環境。再者，諸如插秧、施肥、灌排水、病蟲草害防治等合適栽培管理方法，給予稻株良好的生長環境，更是稻株生產階段的重要關鍵（圖一）。其後，在適當的時期收穫，減少收割時的損害及脫粒時的混雜，以及在乾燥、貯藏、碾米等調製過程中的謹慎作業，都是產製良質米不可或缺的必要條件。截至消費者端，米粒的淘洗、炊飯的份量、煮飯的時間及烹煮的溫度等個人煮飯行為，也會影響如飯香、白米外觀、食味等食用品質的好壞。

由於稻米品質主要於生產階段中決定，目前已知栽植期的環境將造成穀粒的碾糙率、碾白率及完整米粒比例的差異，並影響米粒的外觀、大小及化學組成。台灣栽培的主要水稻生態型為稉稻，然稉型水稻衍生於高緯度的溫帶，因此先天上位於亞(副)熱帶地區且深受颱風與季風影響的台灣地區並未符合稉型稻的最適生長環境。許多不利的氣象條件，如以相同稻種每年分兩季栽培，可預期未必會能發揮原有生產潛能。而且國內一、二期稻作生育環境迥然不同，日夜溫差亦有差別，若加上大幅度氣象變異，很難維持固定的產量與米質。以溫度為例說明，在一期稻作孕穗期間的高溫易成不孕，穀粒充實期間高溫將使得充實速率快而有效充實期相對縮短，並將負面干擾米粒理化特性；二期稻作營養生長期高溫，將使得生長速率加快而減少分蘗數(穗數)，若逢穀粒充實期間低日射量，則損抑穀粒充實與米質等。這些不利的環境因素，都將可能嚴重影響水稻的質量。總此不利的先天氣象因素，對照現行水稻的質量，其實台灣的水稻生產已獲得極高的成就，值得舉世讚歎。

四、氣象環境對米質的影響

無庸置疑，氣象環境影響稻米品質。對於以灌溉式水稻栽培為主的台灣而言，除非發生乾旱使得供水短缺，否則降水(雨)不是米質的主要環境限制因子。就光照部分，雖然無法相較於高經濟價值作物以人工光源彌補光輻射量的不足，但是可以採用調整栽植期及行株距的做法來獲取生育期間最大可能的光輻射能。就溫度部分，除了前述栽植期及行株距之外，藉由灌溉、湛水深度、噴灑水霧、部分遮陰、風扇及地形地勢等管理方法亦可達到降低周遭溫度的效果，或以化學藥劑促進植株的蒸散達成

圖一、合適的栽培管理，是生產優良稻米的基本條件。

植體降溫，皆可減少高溫對生產的潛在負面作用。研究資料顯示，在高溫環境下穀粒充實速率的加快，將導致穀粒養分供應不均衡，使得外觀上極容易產生心腹白。反之，在低溫逆境下會有較多的青米粒、被害米粒、死米粒及不完整米粒等，乃因低溫造成充實速率相對減緩、充實時期延長及穀粒發展不完全等現象。

溫度逆境對米質的影響，更可細分為日均溫、日最高溫及日最低溫的不等效應，此類研究以日本學者最積極、成果也最多。有報告指出在穀粒的充實中期(約在抽穗後10-15天)日均溫若超過26℃時，乳白粒的比率將顯著上升，充實早期及後期則無此明顯影響。穀粒充實期間的日最高溫若高於30℃時，米粒的心腹白現象將明顯增加，而日高溫在28℃以上時，將有胴裂米粒比例升高的結果。日溫在白天低於20℃、晚上低於15℃時，未熟粒、青米粒、死米粒及畸形粒的數量將增多，日低溫在22℃以下時則將提高米粒的乳白率。氣溫變化對國內水稻品種(尤其良質米稻種)的米質影響試驗較少，有待更多的研究提供具體數據，來規劃適合良質米生產的地區及生產優良米質的最佳生育時期。

五、結語

近年來國人對於稻米的要求已不再停留於吃得飽及吃得好，更大幅提升至吃出健康、吃得養生。面對消費者日益升高的高品質需求，試驗研究單位的壓力愈顯沉重，稻農朋友們也無不費盡心思謀求增進米質的方法。現時的環境又有生態破壞與環境污染問題，而全球的溫暖化及氣候的快速變遷更是雪上加霜添增解決的難度。然而萬流歸宗，還是得從品種改良及栽培技術著手，而認識環境、瞭解環境、融入環境則是唯一的入門途徑，據以進行相對的稻種選育及栽植環境改進。

全球溫暖化對台灣水稻害蟲及其管理方法之可能影響

農試所嘉義分所 黃守宏 鄭清煥
台灣大學昆蟲系 吳文哲

一、前言

全球溫暖化於近五十年來因人類經濟活動、過度利用資源及開墾雨林地等因素，似乎有逐漸加劇之現象。造成氣候變遷現象主要為二氧化碳濃度增加、溫度上升及降雨量激烈變化等，其中又以溫度上升及降雨量之極端變化為最明顯。昆蟲為變溫動物，其生長發育與所處之棲息環境的變化有極大之關係，尤以溫度對其發育生長影響最大。全球溫暖化對台灣水稻害蟲族群變動及分布之可能影響，攸關台灣主要糧食作物生產安全，本文擬對其可能發生情況概略說明，並對未來因應防治策略提出建議以供參考。

台灣水稻主要害蟲發生種類包含有（一）本土性種類：如三化螟 (yellow stem borer, *Scripophaga incertulas* Walker)、二化螟 (striped rice borer, *Chilo suppressalis* (Walker))、大螟 (pink borer, *Sesamia inferens* (Walker))、斑飛蝨 (smaller brown planthopper, *Laodelphax striatella* (Fallen))、黑尾葉蟬類 (green rice leafhopper, *Nephotettix* spp. (Uhler))、鐵甲蟲 (rice hispa (*Dicladispa armigera* (Olivier)) 及負泥蟲 (rice leaf beetle, *Oulema oryzae* (Kuwayama)) 等；（二）在台灣少量越冬且可自海外遷入之種類：如褐飛蝨 (brown planthopper, *Nilaparvata lugens* Stål)（圖一）、白背飛蝨 (white-backed planthopper, *Sogatella furcifera* Horváth)（圖二）及瘤野螟 (rice leaffolder, *Cnaphalocrocis medinalis* (Guenée)) 等（圖三）；（三）外地入侵種：如水稻水象鼻蟲 (rice water weevil, *Lissorhoptrus oryzophilus* Kuschel)。上述水稻害蟲除負泥蟲及水稻水象鼻蟲在台灣一年分別發生一及兩世代，且有冬眠現象，其餘害蟲種類一年發生都在五至八世代左右。

作　者：黃守宏助理研究員
連絡電話：05-2771341-671

二、溫暖化對台灣水稻害蟲發生之影響

(一)增加年發生之世代數

各種昆蟲由卵至成蟲有一定的發育臨界低溫 (T_0) 及有效積算溫度 (K)。溫度的上升、有效累積溫度量的增加，對於有效積算溫度較高之害蟲種類，特別是生活史中需要進入冬眠的害蟲，如負泥蟲及水稻水象鼻蟲等，溫暖化對其影響不致太大，但對於上述兩種以外大多數水稻害蟲，發育繁殖則可能更加快速，一年之發生世代數可能隨之增加一個世代以上。

(二)提高害蟲越冬存活率、發育速率及族群量等

全球溫度逐漸上升，特別是冬季溫度的提高，將促使原本於冬季以少量族群越冬之害蟲，如褐飛蝨、白背飛蝨及瘤野螟等，若有適合的寄主植物，其族群越冬存活率可能因此提高，發生時期也將因而提早，害蟲族群可能隨之大增，一期作水稻害蟲發生種類、時期及族群發生量的變化，因而影響一期作水稻之生產。

(三)台灣水稻生長環境及蟲害發生逐漸熱帶化

隨著溫度的上升，台灣之氣候條件由原本之亞熱帶，逐漸轉變熱帶氣候，對於原本以台灣為分布南界之害蟲，如水稻負泥蟲、水稻水象鼻蟲及斑飛蝨等溫帶害蟲種類，可能會隨台灣氣候之轉變而越來越難以立足，其族群分布範圍也會逐漸往北部或高海拔較涼冷之地區移動，對台灣水稻之為害可能逐漸減少；反之若以台灣為分布北界之害蟲種類，如台灣黑尾葉蟬 (green rice leafhopper, *Nephotettix virescens*)，族群發生及為害可能隨著溫暖化逐漸擴大及遍佈台灣。

台灣水稻栽培環境隨著全球溫暖化，將有可能逐漸變成更適合南洋地區熱帶主要水稻害蟲之入侵、立足之棲所，例如亞洲水稻癭蚋 (Asian rice gall

圖一、褐飛蝨雌成蟲 (左：短翅型　右：長翅型)。

圖二、白背飛蝨雌成蟲 (長翅型)。

圖三、瘤野螟成蟲。

midge, *Orseolia oryzae* (Wood-Mason))、水稻螟蛾類 (水稻白螟蟲 (rice white borer, *Scirpophaga innotata*)；水稻黑頭條螟 (rice dark-headed striped stem borer, *Chilo polychrysus*)、黑尾葉蟬類 (rice leafhoppers, *Nephotettix virescens*, *N. malayanuss*, *N. parvus*) 及馬來亞黑椿象 (Malayan rice black bug, *Scotinophara coarctata*) 等，我們唯有加強檢疫及偵測措施，杜絕其入侵為害，減少台灣水稻害蟲發生相複雜化及栽培管理之困擾。

(四)熱帶地區遷入台灣之水稻害蟲種類及特性之可能變化

對於發生在台灣水稻上之海外長距離遷移性害蟲種類，其遷出來源地區包含大陸華南、越南及菲律賓呂宋島等熱帶地區，害蟲族群因全球溫暖化而在當地之發生期可能因此相對提早、年世代數增加、發生量亦隨之增加的情況下，該等害蟲族群伴隨著適當氣流，遷移進入台灣的族群亦有可能提早發生，增加其族群發生量的現象。

針對遷出地區害蟲量發生增加之情況下，可以預期的是該等地區為確保糧食安全生產，而使用殺蟲藥劑及抗蟲品種等防治措施，此舉亦可能導致害蟲族群發生抗藥性、再猖獗、生物小種及害蟲相發生改變等現象。這些長距離遷移性害蟲族群種類及特性之改變，對遷入地區（包含台灣）之水稻害蟲防治及管理將可能造成相當大之困擾，相關單位及研究學者需加強注意。

另外，許多由遷移性害蟲所媒介之水稻病毒病害於遷出地區猖獗發生及為害，例如於菲律賓呂宋島及南越地區由褐飛蝨所媒介之水稻皺縮矮化病 (Rice ragged stunt virus, RRSV)、水稻草狀矮化病 (Rice grassy stunt virus, RGSV) 及黃化症候群 (Yellow syndrome)；北越及大陸華南地區之白背飛蝨所媒介南方型水稻黑條矮化病 (Southern rice black streaked dwarf virus, SRBSDV) 及由大陸江蘇地區之斑飛蝨所媒介水稻縞葉枯病 (Rice stripe virus, RSV) 及水稻黑條矮化病 (Rice black streaked dwarf virus, RBSDV) 等，於遷出地區害蟲媒介病害之猖獗發生，伴隨媒介昆蟲長距離遷移進入台灣，亦有可能造成台灣水稻安全生產之重大威脅。

三、因應對策

隨著全球溫暖化之發生，害蟲發生時期可能提早、數量及世代數均有可能隨之增加的情況下，建立溫暖化對害蟲發生及為害影響之預測模式，可作為未來害蟲防疫及評估為害損失之重要工作項目，惟其考量之因子除溫度對害蟲直接影響外，尚需考慮極端降雨量的變化，以及氣候因子對害蟲寄主植物、天敵等因子之直接或間接的影響。在氣候變遷對害蟲發生為害尚未明朗之前，對未來水稻害蟲為害之因應策略，目前仍以加強偵（監）測水稻害蟲發生狀況，特別是海外遷入害蟲之種類、特性及其所媒介之病害部分，為當務之急。另外，藉由以往田間之害蟲防治經驗及參閱熱帶地區蟲害發生及防治之研究結果可得知，目前仍以整合多種防治方法於一體之綜合防治為最佳防治策略，例如耕作防治（合理化施肥及水分管理制度、栽植抗蟲品種及輪作等）、生物防治法（保育及創造適合天敵之棲所環境），並在必要之情況下，使用對環境安全、對目標害蟲有效且對天敵無害之藥劑種類，以達到抑制害蟲族群密度於經濟為害基準之下的管理策略。

西瓜園瓜實蠅之區域防治

農試所應動組 高靜華 謝易霖 黃毓斌 江明耀

一、本省西瓜之生產概況

根據98年農委會農糧署「台灣地區蔬菜生產概況」統計，本省西瓜主要產地包括雲林縣(二崙、四湖、東勢、崙背)、彰化縣(二林、芳苑、竹塘、大城)、嘉義縣(鹿草、義竹)、台南縣(歸仁、善化、安定)、高屏地區(阿蓮、里港)、台東、花蓮縣(鳳林、壽豐、玉里)、宜蘭縣(大同)、苗栗縣(後龍)以及台中縣(大肚、龍井)等地，全年種植面積約1.2萬公頃，總產量達21.8萬公噸。以99年雲林縣二崙地區與濁水溪河床沿岸的第一期西瓜生產為例，總種植面積約2000公頃，98年12月瓜苗定植後，3月初開花，自4月底開始採收，5月中旬為盛產期，產量約4.2萬公噸。

二、西瓜園瓜實蠅之生態與為害

瓜實蠅((*Bactrocera cucurbitae* (Coquillett)) 為瓜類作物之首要害蟲，國外有記錄的寄主作物達125種，國內至少有16科80餘種作物受其為害。本省西瓜生產以沙質河床地區為主，因河床地較少瓜實蠅可棲息植物，為逃避酷熱的天候，瓜實蠅大都棲息於堤岸邊具遮蔭的雜樹林，如篦麻、榕樹、構樹、朱槿、黃槿、銀合歡、破布子、香蕉、甘蔗、竹林或田間雜草叢。雌成蠅於清晨進入瓜園產卵為害，在早上7~8點達到高峰，產卵後旋即回到棲息植物休息，黃昏前(下午3~4點)為另一波產卵高峰。通常，靠近堤岸的瓜田受害情形最為嚴重，如未妥予防治，瓜果被害率可達100%；靠近河中央的瓜園因距離瓜實蠅棲息的植物較遠，被害率較低。每年3月為雲林縣西瓜開花授粉與結果期，也是瓜實蠅防治的重要時刻，若疏於防治，被害率常達3~7成。

雲林地區西瓜以4月底~5月初之「頭瓜」價格最高，每台斤11~13元，6月以後西瓜品質較差且量多價跌，價格最低為每台斤1~3元，故農民防治重點為保護「頭瓜」。由於開花至中果期(落毛、硬皮)前為瓜實蠅為害盛期(約20天)，農民慣於在這段期間利用清晨噴灑有機磷或合成除蟲菊類等殺蟲劑驅趕瓜實蠅；中果期以後不再需要防治瓜實蠅，但是其他病蟲害仍需持續防治。

作　者：高靜華研究員
連絡電話：04-23317613

三、緊急防治經過與防治措施

99年3月中旬二崙鄉楊姓農友因開花期疏於防治瓜實蠅，導致10公頃瓜園「連續兩次」幼瓜全數遭受到瓜實蠅產卵為害，因此緊急尋求農試所協助防治。經實地勘查被害田區及周邊環境後(圖一)，立即規劃進行全面誘殺(防治始末紀實如附錄)，主要防治措施如下：

(1) 吊掛「含乃力松、克蠅及甲基丁香油」之誘殺板於田區及雜樹林，全面進行滅雄。

(2) 針對周圍瓜實蠅喜好之構樹、銀合歡以及牧草等棲息植物，吊掛「酵母錠陷阱」誘殺雌雄蠅(圖二)。

(3) 於靠堤岸及河床兩面建立緩衝區，各設兩行酵母錠陷阱(相距5公尺)誘殺雌雄蠅(圖三)。

(4) 焚毀瓜田內大片雜草及矮灌木，以消除田區內瓜實蠅棲息地。

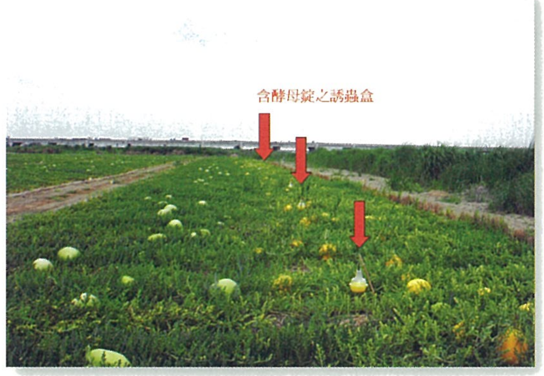
(5) 於田區零星雜草叢「點噴」食物誘餌(每點5-10 cc)與吊掛酵母錠陷阱，加強誘殺成蠅(圖四)。

四、「噴藥驅趕瓜實蠅」或「進行全面誘殺」？

噴藥防治瓜實蠅只能「維持短暫效果」，河床周邊廣闊區域內藏匿的大量瓜實蠅，仍可持續進入正在開花或小瓜階段的西瓜園為害，即便連續噴藥也僅有6~7成的防治效果。如依農友慣用的噴藥方式驅趕，10公頃西瓜田瓜實蠅的防治成本每期作約9.9萬元；此次緊急防治利用(1)酵母錠、(2)食物誘餌及(3)誘殺板來誘殺雌雄蠅，並配合清除被害瓜及燒毀雜草等清園工作，防治成本僅3.5萬元(表一)。若能提早在3月初開始誘殺，還可省下摘除前兩期受害瓜的工資4.8萬元，且採收時間至少提前2週，收益可能更高。全區整體防治成效為被害率降低至1成以下，較98年總收益增加約78萬元，淨收益增加56.3% (表二)。

圖一、二崙鄉楊姓農友西瓜園地理位置示意圖(紅線部分為設置誘殺陷阱處，共280組)。

圖二、含酵母錠之誘蟲陷阱吊掛於瓜園周遭銀合歡。



圖三、瓜園外圍設立緩衝區(含酵母錠之誘蟲盒)以減少瓜實蠅進入為害。

圖四、針對瓜實蠅喜好棲息之雜草堆設置陷阱加強誘殺。

五、結語

瓜類作物產值高達數十億，因密集栽培且生長期長，如管理不善可造成幼果嚴重被害，影響農民收益至鉅。目前防治瓜實蠅的重點策略為：落實「清園」、「誘雄」及「食餌誘殺雌蠅」三項防治措施，並可利用此蟲喜愛低飛及棲息於特定植物與遮蔭處之特性，於瓜園內外加強誘殺。瓜實蠅誘殺防治工作應「提前」在定植期開始實施，在開花

表一、98～99年防治瓜實蠅方法之比較(10公頃西瓜)

防治策略	防治資材	單價與成本	支出，元
98年殺蟲劑防治 *連續噴藥2週 *被害率約3-4成	芬殺松、陶斯松、納乃得、芬化利、第滅寧等殺蟲劑	6000元X15次	90,000
	噴藥油料	600元X15次	9,000
小計：99,000元			
99年誘殺防治 *3月中-5月底，更換酵母錠2次 *被害率1成以下	含毒誘殺板(堤防/瓜園外圍附近兩百公尺內)	30元X400片	12,000
	塑膠麥氏誘蟲盒(農試所提供80組+自購200組)	35元X280組	9,800
	酵母錠(農試所480粒+自購900粒)	8元X1380粒	11,040
	食物誘餌(賜諾殺濃餌劑)	300元X8瓶	2,400
小計：35,240元			

表二、楊姓農友10公頃西瓜生產成本與收益分析(98年與99年)

瓜實蠅防治概況	每公頃成本*	98年支出概況	99年實際支出
開花期至中果硬皮之瓜實蠅防治		連續噴灑農藥兩週(防治約7成)	因未噴藥，頭兩期花100%被害；改採全面清園、誘雄及食物誘餌誘雌
租地成本	2萬元	20萬	20萬
瓜苗成本	7元X 2000株	14萬 (7元X 2萬株)	14萬 (7元X 2萬株)
人力成本	2.5萬	25萬	25萬
肥料成本	2~3萬	25萬	25萬
水電費	0.34~1萬	7萬	7萬
摘除頭兩次花與受害瓜	每日工資1200元	0	4.8萬
防治瓜實蠅藥劑資材	1~1.4萬 (噴灑藥劑防治)	農藥9萬 動力噴藥油料0.9萬	誘殺劑及誘蟲盒3.5萬
其他病蟲害用藥	3萬	30萬	30萬
生產成本小計		131萬	129萬
被害率		3成	1成以下
總收益		273萬	351萬
淨收益		142萬	222萬(+56.3%)

* 資料來源：二崙鄉農會及本試驗訪查農民資料。

前的3~4週內將瓜實蠅密度降低，有利後續蟲害管理。針對西瓜等開花及幼果期需要密集保護的農作物，應該要「主動搜尋」瓜園周邊瓜實蠅棲息處，並聯合鄰近農友全面進行誘殺，即可達到事半功倍之效。除了要落實「被害瓜不落地」外，瓜園週邊的雜林、農家自種的茄科及葫蘆科等作物都可能藏匿瓜實蠅，應擴大誘殺範圍，以杜絕瓜實蠅入侵為害。

在國外瓜實蠅的防治以大面積的區域防治觀念為主軸，面積可達數百至數千公頃以上，經由地區群體整合、妥善利用防治資材進行共同防治，始可成功防治瓜實蠅。在台灣，二崙地區與濁水溪流域之西瓜瓜實蠅防治工作，最大難題為農友各自為政，沒有共同防治的觀念，致使防治工作事倍功半，許多防治死角仍需要靠農民共同消除，應採取「共同防治」策略，善用有效資材，以發揮最大的防治效果。本防治案例屬於小面積區域防治，雖然在當地兩千多公頃西瓜園中僅佔約0.5%，但是與同時期鄰近瓜農至少4成以上被害率相比較，實為值得參考的案例。若是能將共同防治的觀念擴大至整個濁水溪流域，相信對於生產者與消費者都是一個雙贏的契機。

99年西瓜園「瓜實蠅誘殺防治」始末紀實

工作緣起：

3月18日庄西合作農場鍾金遠班長電洽，二崙鄉蔬菜產銷班第61班部分班員因連續兩次開花及小果100%被害，請農試所協助解決瓜實蠅為害問題。

實施經過：

3月12日：透過鍾班長訂製含毒誘殺板400片並使用於堤岸防風林內誘殺雄蟲。

3月19日：農試所派員攜帶誘殺資材（含藥誘殺板、監測用中改式誘蟲盒、食物誘餌、酵母錠與塑膠麥式誘蟲盒）實地勘查，並與該班8位農民討論防治策略，當場於雜樹林、草叢及瓜園內設置誘雄、誘雌裝置，30分鐘內即已誘得數十隻瓜實蠅。當天楊姓農友即將80組資材設置完畢。

3月23日：因誘殺效果顯著，農友立即自購400粒酵母球及200組塑膠麥氏誘蟲盒，全面行誘雌，並放火燒掉瓜園內成堆之雜草，減少瓜實蠅棲息地。

4月2日：田間調查瓜實蠅密度已遽降，被害率由99%降至1成以下。

4月7日：再購買酵母球500粒，其餘班員跟進再另買500粒。

4月23日：電洽得知西瓜已生長至中果，不再受到瓜實蠅為害。

防治成效：被害率降至1成以下(同期一般西瓜田被害率4-6成)

5月7日：採收第一批西瓜6000顆。

5月19日：累計採收33卡車(每車500餘顆)，共約18000顆西瓜，6月初全園清除。

美國、日本、台灣GMO安全管理概況—水稻及木瓜之個案分析(下)

農試所生技組 杜元凱
農試所技服組 陳烈夫

三、美、日、台GMO生物安全評估差異比較

以下就行政院農業委員會所屬機關農業試驗所，依據「基因轉殖植物田間試驗管理辦法」之職掌權責，以日本之基改水稻及美國夏威夷之基改木瓜為例，比較所需執行之評估項目。

(一)日本評估基改水稻主要項目

日本對GMO採「過程基礎」(process-based)的精神進行規範管理，將GMO技術獨立成特別之規範客體，所以應用該技術研發或製造出的GMO產品，也適用特別之法規，並以制定專法的方式規範GMO之輸出與在其境內之使用行為。在GMO之安全性評估上，「日本卡達赫納法」依GMO之使用狀態為區分標準，分成：

(1) 未執行防止擴散措施的使用狀態 (第一種使用狀態)：主管機關為「農林水產省」和「環境省」，負責管理GMO於隔離園區及一般試驗園區的生物安全性評估。為GMO之使用上對環境之擴散不具備預防性措施者，例如在一般農田之栽培和作為食品原料之流通等。

(2) 必須執行防止擴散措施的使用狀態(第二種使用狀態)：主管機關為「文部科學省」，負責管理GMO於研究開發階段（實驗室與密閉溫室）之生物安全性評估。為在GMO之使用上對環境之擴散採取預防性措施者，即在實驗室中之研究。

故當GMO首先通過第2種使用評估規範後，必須向「農林水產省」或「環境省」提出進行第1種使用狀態之許可申請書，通過後始得以按照卡達赫納法進行規定的生物安全評估項目。

以下以高色氨酸水稻(代號 KA317)作個案分析並介紹日本對於基改水稻之安全評估項目。

1. 競爭優勢：一般園藝性狀無顯著差異。
2. 有害物質產生：(1)動物實驗測試所需之致死劑量高，自然狀況下不可能食用過量。(2)土壤微生物相調查無顯著差異。
3. 雜交性：(1)與近緣野生種、雜草雜交無顯著差異。(2)本身雜草化無顯著差異。

作者：杜元凱助理研究員
連絡電話：04-23317321

(二)台灣評估基改水稻主要項目

行政院農業委員會於1998年頒定「基因轉移植物田間試驗管理規範」，2000年制定「基因轉移植物委託田間試驗作業要點」，為我國GMO植物栽培之依據法源。2005年頒布「基因轉殖植物田間試驗管理辦法」，針對GMO植物自實驗室育成後之包裝、運輸以至品種之種子、種苗釋出等各階段之生物安全作了更詳細的規範。單位或法人欲進行GMO田間試驗，須遵照「基因轉殖植物田間試驗管理辦法」提出申請，並通過「基因轉殖植物安全性評估審議委員會」之審核後方可進行。

以下以轉殖植酸水稻 (代號ANN)作個案分析，並介紹台灣對於基改水稻之安全評估項目。

1. 農藝性狀調查：AAN之部分農藝性狀在第二期作與對照組(CK)有顯著差異，但在第一期作幾乎無差異，整體而言，AAN生育表現略遜於CK。
2. 演變成有害植物之可能性：無顯著差異。
3. 土壤微生物相：試驗期間有些微之暫時性變動狀態，但差異並不顯著。
4. 對於昆蟲相之影響：無顯著差異。
5. 病害發生：無顯著差異。

(三)夏威夷基改木瓜評估項目

夏威夷大學與康乃爾大學共同開發的基改木瓜(Sunset Line 55-1 and 63-1)，於1991至1996年間經過APHIS許可下進行田間試驗等生物安全性評估後，遂向 APHIS提出Sunset Line 55-1 and 63-1列為非管制狀態之申請(petition for non-regulation status)，從申請書中得悉夏威夷大學與康乃爾大學對於Sunset papaya做了哪些評估，並通過政府機關的審核。

1. 公眾評論(public comment)制度：APHIS接受了夏威夷大學與康乃爾大學申請後，開放了為期60天的公開平台接納社會大眾的評論意見，結果總計有18個評論意見來自於大學、木瓜種植與加工業者、木瓜相關工業、州立農業分部等，全部贊成該申請案的提出。
2. 評估項目之具體結果如下：(1)有害特性評估：農藝性狀調查與非轉殖系母瓜無顯著差異、是否產生有害物質無顯著差異。(2)是否造成新型病毒流行：無顯著差異。(3)雜草化：無顯著差異。(4)對有益生物之影響：如蜜蜂、蚯蚓等 無顯著差異。(5)對木瓜加工產品是否造成影響：如食用產品、papain酵素等無顯著差異。

(四)台灣基改木瓜發展歷程與評估項目

1975年在台灣首次發現木瓜輪點病毒(papaya ringspot virus)以來，短時間內即迅速蔓延全台，使用藥物與栽培管理的防治方法收效都非常有限。中興大學葉錫東教授研究團隊以農桿菌將木瓜輪點病毒鞘蛋白基因感染台農2號木瓜品種之未成熟胚，達成細胞的基因轉殖，再經由組織再生培養途徑培育成表現鞘蛋白基因之基改木瓜，此基改木瓜為本省木瓜產業提供一嶄新的防治方法。由於基改木瓜於田間種植時，對生態環境的衝擊與影響程度在國內尚缺乏完整之監測與評估，因此在1994-2002年間，依據農委會公告之「基因移轉植物田間試驗管理規範」，進行網室試驗及田間試驗，調查與評估項目主要為基改與非基改木瓜之園藝性狀及其對環境影響之差異，具體結果如下：

1. 重要園藝性狀：相較於台農5號、2號，具顯著差異。
2. 輪點病發生調查：相較於台農5號、2號，具顯著差異。
3. 基因外流之可能性：基改木瓜皆為雌株無花粉且國內無木瓜屬其他植物。
4. 基改木瓜轉變為雜草之可能性：無顯著差異。
5. 病害與線蟲發生之影響：無顯著差異。
6. 根圈土壤微生物相與重要元素含量之影響：無顯著差異。
7. 昆蟲與蟎類種類之發生消長：無顯著差異。

四、討論

1983年第一宗GMO出現之前，世界各國的科學家與管理者便開始思考如何針對GMO提出一個有效的評估方式，早在1982年OECD (Organization for Economic Co-operation and Development)提出第一篇關於GMO的報告「International Trends and Perspectives」，主要是告知各國政府必須具備適當的機制用以規範GMO的安全性。1986年OECD出版「Recombinant DNA：Safety Considerations」，又稱「Blue Book」，更具體提出關於GMO風險評估、農業與環境保護以及小規模田間試驗安全性概念，由此成為許多國家規範GMO的基準。隨後聯合國世界環保總署(United Nations Environment Programme, UNEP)相繼提出「國際生物技術安全技術指南」(International Technical Guidelines for Safety in Biotechnology)及「卡塔赫納生物安全議定書」，更完善GMO的規範。

美國在基改木瓜之安全性評估，與我國所進行的評估項目事實上非常相同，絕大部分的的評估項目皆著重於GMO對環境的危害，然而評估的結果大部分也是「無顯著差異」，評估項目差異表一所列。

然而由前文所提，美台兩國在於安全性評估的出發點不同，美國保持的是較開放、寬鬆的態度處理GMO，舉例而言，基改木瓜在於是否對於其加工後產品具有影響，美國官方認為沒有任何可能造成影響的原因，故在此項目的評估結論為「should not cause damage to processed agricultural commodities」。相對地，台灣則是每一項目皆必須有實驗結果、文獻的佐證下，才能對各評估項目做出客觀的評論。美國的安全評估制度優點在於可以有效率地將實驗室中所開發的GMO，從上游開發層級快速導入市場，以應付目前環境保護問題與人們的需求，更重要的是可以為美國帶來巨大的貿易所得。然而，過快的發展往往會衍生其它問題，如生態系失衡、智慧財產甚至是宗教問題等。另外，台灣生物安全評估所用設施為定點式，是在固定地點設立永久性設施已進行各種相關的評估試驗，較適合我國人口稠密與集約農業的特性。美國則採非定點式進行生物安全試驗，較適宜其人口密度低、土地遼闊性質。台灣生物安全評估目前處於欲開始發展的階段，也許已經晚了一大步，但可借鏡先進國家曾經欠缺周詳思慮的地方，避免重蹈覆轍，制定出最適合台灣的模式。

日本根據卡塔赫納法將GMO評估的

表一、美國與我國基改木瓜之安全性評估項目

評估項目相同處	評估項目相異處
1.農藝性狀 2.基因流佈 (gene flow) 3.雜草化 4.微生物相與昆蟲相 5.罹病率 (輪點病)	1.美國在昆蟲調查方面只針對有益昆蟲；台灣另有針對線蟲、蟎類等進行調查。 2.美國對於抗輪點病毒木瓜是否導致新型病毒產生進行評估；台灣則無。 3.美國對於基改木瓜加工後產品是否產生影響進行評估；台灣則無。

使用狀態分成第1種與第2種使用，這樣的分類及依照開放使用與密閉使用的分類方式，近似於我國目前國科會與農委會之管理評估模式。然而，兩國之間最大的差異在於密閉溫室的權責歸屬，在台灣是由農委會所負責，基改水稻之評估項目差異表二所列。

由上可看出較明顯的差異在於日本相當於在田間試驗階段，即針對轉殖基因表現的產物進行動物實驗，驗證LD_{50}所需要的量，對於正常攝食量的人不具有任何潛在危險，其餘評估項目則按照制定規範進行。日本自從在生物多樣性條約特別締約國會議中同意簽署生物安全議定書，此後，推動GMO的研發以及環境保護方面主要是依循卡塔赫納議定書所衍生的相關法律條文，針對不同的發展階段，由各主管機關分工分責，規範並限制基改作物的實驗與環境釋放。我國於國情與民風接近於日本，也同是GMO輸入國，其對於GMO的規範制度，實為值得我國仿效，尤其是該國在研發GMO時，策略性地迴避已由大公司所掌握的抗除草劑、抗蟲害性狀，而是戰略性地開發最適合日本當地使用的性狀，舉水稻為例，主要導入的遺傳性狀有抗稻熱病、抗白葉枯病、高色胺酸含量等，皆為日本本地所需。

Dr. Dennis Gonsalves宣稱基改木瓜於2010年即可在日本超市上架，同時對於日本之GMO的進口審查制度是以強硬的態度 (tough, but it is not political) 來形容。從這消息可知悉，日本對於GMO進出口制度是相當嚴格，另外也必須思考GMO的經濟價值與投入的人力、經濟成本是否值得。根據2004年USDA的統計資料指出，夏威夷木瓜產業自從開始引進基改木瓜後，其價格與產量均呈下降趨勢，同時產業規模縮小，雖然其抗PRSV的效果有效，但帶來的經濟效益卻是有限，歸咎原因在於公眾對於GMO仍存有疑慮，寧願花多一點錢購買有機栽種木瓜，也不願意低價購買基改木瓜。美國為何要如此積極地將基改木瓜外銷至日本，主要原因在於日本為木瓜進口之大戶，基改木瓜的輸入可為其帶來相當的貿易收入，美國當地雖然可以買到基改木瓜，木瓜的消費量也上升將近一倍，但美國人吃的木瓜卻主要來自於墨西哥、中美、加勒比海等之非基改木瓜，2004年進口數量為來自於夏威夷的8倍，由此可知美國為何必須積極發展基改木瓜的對外貿易。

但有關日本基改木瓜之最新管理狀態，根據2010年8月10日的日本農林水產省最新的網站公佈資料，抗輪點病毒之基改木瓜，其第一種使用樣態之許可申請已完成聽取專家學者意見之程序，但目前尚在審查中，必須等待食品安全性確認審查之結果確定後方能決定是否承認其許可申請，而目前基改木瓜尚未完成日本食品衛生法所規定之基改食品安全性確認程序。如上所述，當世界各國皆如火如荼地發展GMO時，台灣應借鏡他國所作的修正方向，避免陷入同樣的困境，台灣亦必須善用最具優勢的人力資源，進行系統性的整合，以建立最適合的發展模式與研究方向，在參與國際市場競爭產生鉅大的推動作用。

表二、日本與我國基改水稻之安全性評估項目

評估項目相同處	評估項目相異處
1.農藝性狀調查 2.演變成有害植物之可能性 (包括雜草化) 3.基因流佈 (gene flow) 4.土壤微生物相 5.病害發生定點評估方式	日本在有害植物的評估項目，有以動物餵食試驗證實轉殖基因表現產物不具有潛在危險；台灣則無。

遠緣雜交育種障礙及克服策略

農試所鳳山分所 邱金春 王三太

一、前言

作物育種技術不斷地改良與更新，雖然基因轉殖或分子育種是未來作物育種趨勢，但是目前仍然以有性生殖法為主；惟受限於親合性，雜交授粉都是以無雜交障礙的種(species)內材料作為育種親本。而傳統育種經長期選拔難以克服的問題，由於遺傳質差異性愈來愈小，大幅改變的可能性降低，必須尋求新的變異。遠緣雜交親本擴大到種間(interspecies)或屬間(intergenus)的層次，經由異種或異屬遺傳質的導入可以開創一般傳統育種難以得到的新基因型，惟親本間的染色體同源性低，因此遠緣雜交過程中會出現各種雜交障礙，這也是一般的人工雜交技術較難以獲得遠緣雜種的原因。

二、遠緣雜交育種障礙

遠緣雜交育種常見的障礙大致上可以分為三階段，包括受精前之親本間雜交不親和、雜種胚敗育死亡和雜交種植株稔實性低甚至不稔性等。雜交不親和通常指受精前花粉在柱頭無法萌芽，或花粉雖可萌芽但花粉管的伸長受阻無法到達子房內的胚珠位置，所以雜交不親和的表現方式一般為花粉黏合性降低或花粉管生長遲緩或分叉畸形，因而阻礙了受精作用的發生，雜交授粉後初期受花粉刺激子房雖然有可能顏色轉綠甚至稍微膨大，但是往往在短時間內即轉為黃化脫落。雜種胚的敗育則是指雜交的障礙發生在受精之後，有三種表現方式：(一)植物在雙重受精後，雜種胚和胚乳不能正常發育，胚乳發育畸型影響養份之供應與輸送，導致雜種胚的分化受到抑制；(二)雜種胚可以正常分化發育，但是雜交種子接近成熟時，雜種胚敗育死亡；(三)雜交種子雖然有胚，但不發芽，有的雖能發芽，但苗期容易死亡不能成株。為了解決雜交胚敗育的問題，未成熟胚培養是最佳途徑之一，可以避免雜交胚的萎縮退化。惟即使是胚拯救成功順利獲得雜交種，來自於遠緣交配所得的雜種第一代因為基因組發生了重大的改變，染色體在配對過程中不平衡甚至可能部分丟失，使得雜種後代遺傳上有不穩定及多樣性的特點。雜種植株雖然可以利用組織培養微繁殖方法繁殖保存，但是只適用於高價可無性繁殖的作物如蝴蝶蘭、文心蘭新雜交種，對

作者：邱金春助理研究員
連絡電話：07-7310191-204

於一般採用種子繁殖的十字花科蔬菜作物，若無法大量採種，則失去產業應用的價值。因此，遠緣雜交育種必須能同時克服受精前親本間雜交親和性問題、受精後雜種胚敗育和雜交種植株稔實性低等障礙才能在作物育種上發揮潛力。

三、克服遠緣雜交育種障礙方法

雜交親和性的強弱主要視兩育種親本遺傳質相似度而定，染色體組型相同或相似的種間雜交親和性強，因此雜交組合或親本基因型的選擇會影響親和性的強弱，親緣關係較遠的屬間雜交比種間雜交更常發生雜交不親和的問題。遠緣雜交的兩個育種親本遺傳關係較為疏遠，雜交親和性低是可預期的，但是仍然有某些規則可依循。當訂定特殊性狀轉移的育種目標後，若有一個以上的基因供應者，應該以與目標作物親緣關係較緊密之組合為優先。以十字花科蕓苔屬(*Brassica*)蔬菜為例，蕓苔屬植物是由甘藍(*B. oleracea*, 2n=CC=18)、白菜(*B. campestris*, 2n=AA=20)與黑芥(*B. nigra*, 2n=BB=16)三個基本種以及大油菜(*B. napus*, 2n=AACC=38)、阿比西尼亞芥(*B. carinata*, 2n=BBCC=34)與芥菜(*B. juncea*, 2n=AABB=36)三個複合種所組成，目前經由分子層次分析已知基因組A與C相似性較高，基因組B則自成一群，若以兩基本種進行種間雜交，兩親本基因組AA/CC雜交成功率較親AA/BB或BB/CC為高。若以基本種與複合種進行種間雜交，則以兩親本基因組為AA/AC親和性最佳，BB/BC或CC/CA次之，CC/AB因為相似度最小其親合性也是最差。

有時候即使是同一雜交親本組合，正交或反交所受到的不親和性程度也會有差別，正反交親和性差異據推測可能受到母本細胞質基因組的影響，這種現象在很多園藝作物都曾被發現，在蕓苔屬植物尤其明顯，例如進行芥藍與油菜種間雜交，以油菜為母本（油菜x芥藍）和以芥藍為母本（芥藍x油菜）雜交授粉後的親和性表現就有明顯的差異，後者雜交胚培養後成活率低難以成苗。因此，當依育種目標選定基因供應者與目標作物後，可同時嘗試正交與反交，增加遠緣雜交育種成功率。

除了慎選適當育種親本及基因型外，可以在蕾期趁著花粉萌芽抑制物質尚未形成前進行授粉，有助於花粉的萌發與花粉管的伸長；或採用重複大量授粉增加植物受精機會（圖一）。部分育種者利用植物生長調節劑刺激花粉萌發增加受精機率，或是改變生長環境條件如降低溫度或光照以延長授粉後雌蕊生育時間，都有助於降低遠緣雜交不親和性問題。例如文心蘭遠緣雜交授粉後，植株在涼溫環境下生育減緩，子房緩慢發育中使得胚珠受精機率增加，大大地提高文心蘭遠緣雜交育種成功率（圖二及圖三）。此外，也有研究報告指出使用經輻射處理之花粉，或是以氯化鈉溶液塗抹柱頭配合蕾期授粉，可提高遠緣雜交之親和性。

遠緣雜交種胚衰敗死亡主要是由於胚和胚乳發育異常、胚乳提早退化萎縮，因此在胚發生敗育之前取出進行離體培養拯救，在某種程度上可以克服雜交胚敗育障礙（圖四）。胚拯救技術是指在適當時機下將子房、胚珠或胚切離母體，在無菌的條件下放置在人工製備的培養基，提供適當的營養組成及適宜的溫度、光照等生長條件使其再生成為植株之技術。親本間親和性低使得遠緣雜種胚的分化受到抑制，其發育通常比正常胚弱小，對於在球型或心型胚階段即發生敗育的遠緣雜種胚而言，很難從子房中直接剖離取出幼胚進行胚培養，在此種情況下可分兩個階段進行胚拯救，初期先摘取整個子房進行培養，而在子房培養後期再將胚珠或胚切離出來轉移到新鮮培養基上繼續培養。

圖一、克服雜交不親和性是遠緣雜交育種的第一步。

圖二、文心蘭授粉後子房於涼溫下生育提高遠緣雜交成功率。

影響子房培養、胚珠培養和胚培養成功與否的因素很多，尤其是遠緣雜交親和性及胚珠退化時間會隨著雜交組合親本的不同及基因型的選擇而不同。在胚敗育發生之前掌握適當的受精胚摘

圖三、胚培養培育新文心蘭遠緣雜交種。

圖四、胚拯救可避免胚敗育，是培育遠緣雜種最佳方法。

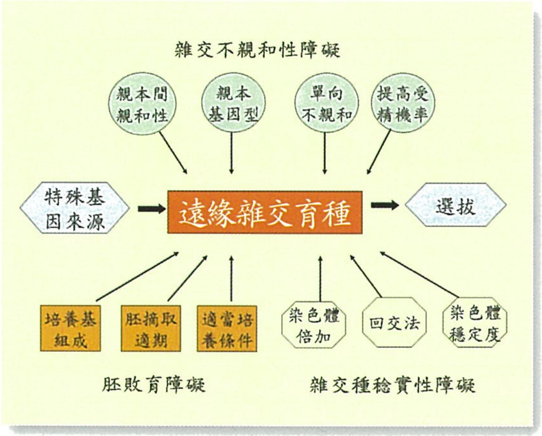
圖五、遠緣雜種植株有生理性雄不稔問題，利用回交法或染色體倍加提高稔實性。

取時間，是決定胚培養成功與否的關鍵因子之一（圖四）。此外，培植體對培養基組成的要求也會受不同基因型親本、雜交組合與培植體切離母體時胚的發育程度而有差異性，一般來說，胚齡越小培養的難度越大，對培養基的要求也越複雜，通常需要較多的外加物質如植物生長調節素或水解酪蛋白(casein hydrolysate)等有機複合添加物才能滿足其生長發育的要求，因此培養不易成功；越接近成熟的雜種胚不僅容易摘取，對培養基的要求較簡單，因此成功率較高。但是遠緣雜交胚的衰敗通常在授粉後初期即迅速發生；若在雜交胚已開始發生退化敗育才要取樣培養，即使供給適當的培養基，也會因錯過適當胚拯救時期而回天乏術了。

遠緣雜交種染色體的配對異常或細胞核與細胞質的不協調導致植株無法正常地行使減數分裂，是造成雜種發生生理性雄不稔或稔實性低的主因，無法得到自交後代（圖五）。遠緣雜種基因組分別來自異種或異屬的兩親本，因此多以異源二倍體(allodiploid)或異源三倍體(allotriploid)雜種呈現，對於種子繁殖作物而言，雜種第一代無法立即應用於產業，一般多利用回交育種親來逐漸提高遠緣雜種的稔實性，回交配合胚培養技術，隨著代數增加，稔實性愈高。另一種提高遠緣雜種稔實性的方法為染色體倍加技術，將異源二倍體或異源三倍體的遠緣雜種第一代以秋水仙素處理植株芽體，誘導細胞染色體倍加成為異源四倍體（或稱複二倍體）或異源六倍體，遠緣雜種經過染色體倍加後，染色體配對平衡可以進行正常的減數分裂，藉以改變雜種稔實性。採用二倍體x二倍體模式的遠緣雜交育種，一般都先培育出遠緣雜種植株後再進行染色體倍加；但也有報告指出將兩個二倍體育種親本先進行染色體倍加形成四倍體植株，再採用四倍體x四倍體遠緣雜交育種模式，能直接獲得具有稔實性的異源四倍體，較前者省工省時。無論是回交法或是染色體倍加技術，都使遠緣雜種稔實性低或不稔性的障礙得以部分克服，能經由自交採收種子繼續育種上的選拔，也使遠緣雜交育種技術有實際產業應用價值。

四、結語

遠緣雜交育種是由異種或異屬導入遺傳質，較一般侷限於種內雜交層次的傳統育種困難許多，具有新穎性與進步性，可以申請專利權。依育種目標選定特殊有用基因來源後，經由對雜交不親和、雜種胚敗育及雜種稔實性低等障礙發生原因的了解再擬出對策，配合胚拯救技術的改良，大大地提高雜種培育的成功機率（圖六）。遠緣雜交技術擴大了種原利用的範圍，抗病、抗逆境、細胞質雄不稔性等有用遺傳質因而得以在不同作物之間移轉利用，並經由回交或染色體倍加技術提高雜種稔實性，使遠緣雜交技術也可實際應用於作物品種改良，輔助傳統育種的不足。



圖六、遠緣雜交技術用於作物改良需同時克服雜交不親和、胚敗育和雜種稔實性低等障礙。

漫談氣象環境對果樹生產之可能影響

國立中興大學農藝系 張翊庭
農試所作物組 楊純明

一、前言

果樹為台灣重要的農作物，栽培面積遍佈各農業生產區，由平地至丘陵、從低海拔到高山，每年內外銷產值高達6、7百億。大部分果樹為多年生，許多種類也有大小年之分，除了人為栽培管理之外，氣象環境為影響其生產質量最主要的因素之一。然而在過去的一個世紀裡，全球平均氣溫上升約0.6℃，二氧化碳濃度升高了約50 ppm，各種溫室氣體充斥著大氣中，而溫室效應增強所引起的氣候快速變遷又帶來了異常氣候和高頻率的災害性天氣。鮮明的氣象環境改變，使得果樹的生產受到極大衝擊，因為多年生的果樹以露地栽培為主，非常容易隨著長期氣候和短期天氣變化而影響其生長發育。除了難以完整防護的氣象災害和極端氣象事件之外，若能充分地瞭解氣象環境與果樹生產關係，將有助於人為栽培管理的改進，當然對於水果的穩定供應和農民的經濟收益會有很大的幫助。

通訊作者：楊純明研究員
連絡電話：04-23317117

二、何謂氣象環境?

一般民眾經常從平面及電子媒體中獲得氣象資訊，氣象資訊中，我們可以瞭解光照、氣溫、降水(雨)、風速風向、濕度等氣象因子的高低起伏，也可以知道日出日落的正確時間，以利於各種生活起居的安排。同樣的對於農民而言，這些構成氣象環境的因子亦是組成節氣的一環，一年24節氣的氣候寒暑週期循環，深深影響著多彩多姿的農事活動。我國民間自古普遍流傳「種田無定例，全靠著節氣」這句俗諺，顯見節氣受到農民重視的程度。由此可知，氣象與季節、季節與節氣、節氣與農業之間存在緊密關聯。

三、果樹的常態生長環境

每種果樹都有其所適宜的氣象環境，光照強弱、溫度起伏、雨量多寡、濕度高低...等皆有定則，在合適的氣象環境中果樹才可維持其常態生長。以檬果為例說明，檬果喜高溫乾燥天氣，卻又不耐嚴寒，而平均氣溫越高花期愈短；反之，溫度越低，則開花期拉長，產期亦延後。由於檬果樹的耐旱性及耐濕性均強，對土壤水分含量的要求較低，然而卻不耐來自天上的雨水及大氣中的濕

氣，這將導致病害更為嚴重。到了果實採收前（約30~45天），若逢連續的乾旱，則果實糖酸比將會升高。雖然種植地點以緩坡的山坡地為佳，有利於排水，但過高的海拔，低溫與高濕將不利於病害防治。在種植坡向的選擇上，南向坡因溫度較高、光線充足，有較多授粉昆蟲及較高結實率，溫暖的氣候亦有助於植株生育。偏離了前述這些適宜的氣象環境，檬果樹的生育將趨不良，於是生產質量當然不符理想。以此為例，吾人就能夠明白氣象環境與果樹生長、發育乃至於結果之間的密切關係，以及良好氣象環境的重要性。

四、氣候變遷對果樹生產的影響

氣候變遷的主要因素可概分為三類：(1)天文因素: 指地球運轉軌跡的變動；(2)地球以外因素: 如太陽輻射量及宇宙射線的改變等；及(3)地球自身因素：如陸地圈的增縮、火山爆發、人類活動等。然而，眾所周知的溫室效應主要係人類活動的結果，高過於其他因素的總和而加速了氣候變遷，同時造成氣象環境的不規律變化與變異。株型高大且露地栽培的果樹，可以想見將會深受氣候變遷加劇的衝擊。台灣特殊的地理地形，造就了種類與形態多樣化的果樹生長，產區分佈亦遼闊，復促使氣候變遷與氣象環境的影響面向更為難料。本文將進一步簡要介紹氣溫、日照、雨量與雨期等三部分，說明氣候變遷因素對果樹生產的複雜性。

(一)氣溫：全球暖化與氣候變遷互為影響因子，全球的暖化現象將使得溫帶地區增溫高於熱帶地區。溫帶果樹將因低溫需求不足，影響其休眠、造成生長遲緩且活力衰弱，以及萌芽不整齊、萌芽延後或萌芽數減少等情況。又暖和的氣候快速累加“積算溫度(heat summation)”，將使果樹提早開花、果實加快發育而提早成熟，縮短成熟期而且移動產期。氣溫的異常變化亦干擾了花青素、胡蘿蔔素等果實色素的形成及果實著色，進而影響果實品質。氣溫也常作為評估適栽果樹種類與品種的指標，氣候變遷所造成的溫度改變將會限制部分果樹的栽培南北限及海拔高度，也會影響果樹的南北與海拔分佈。

(二)日照：日照是果樹行光合作用的能量來源，影響其碳水化合物的生成、累積與配置。臭氧層稀薄化不僅使得溫室效應更加惡化，也增加紫外線輻射強度。國內中央氣象局所屬台北和成功兩氣象站的布魯爾分光光譜儀資料，即顯示了自1993起紫外線輻射增強的事實。可預見將會影響果樹的生理代謝、外觀形態及生長發育。再者，由於氣溫上升帶動水分蒸發與蒸散量的升高，雲量也將隨之增加，導致日照穿透量的減少而降低果樹對光輻射能的利用及光合作用的碳水化合物生成，不利於果樹生育。

(三)雨量與雨期：降水(雨)的時空變化很大，比氣溫更難推估。統計分析過去百年來的全球降雨資料，發現北半球副熱帶降雨減少，中高緯度增加，而南半球則是不分高低緯度降雨均有增加。由此可見在過去一世紀以來的氣候變遷，確實對雨量大小、分佈及雨期帶來相當變化。台灣全年雨量雖然充沛，但降雨時間分佈不均，降雨量多來自春夏季由鋒面引起的春雨和梅雨，夏秋季另有熱帶性低氣壓、西南氣流及颱風帶來的異常降雨。北部地區在秋冬季節裏又因東北季風和冷鋒過境，帶來額外豐沛雨量。同樣的，預料氣候變遷將使雨量分佈時間和空間更加不平均，在集中降雨的天數及雨季將易於發生水患，若雨季雨量不足或長期不降雨則可能發生旱害。多雨的淹水逆境會使果樹發生萎凋、葉片老化脫落等傷害，若發生在催花前後則使催花無效或降低催花成功率(如蓮霧)，若發生在果實充實期間則易發生裂果、落果、落葉及開花與結果障礙(如番荔枝)。而少雨的乾旱逆境下，根部吸水不易將造成細胞或組織缺水，嚴重時會達到永久性萎凋進而導致死亡(如蓮霧、葡萄等)。尤有甚者，最怕極端氣象事件(如颱風、暴雨鋒面)等帶來的超大豪雨，可能在幾天內降下上千或數千公釐的雨量，引發山崩、落石、土石流、山洪及淹水等嚴重災害。

五、氣候變遷趨勢下果樹的因應措施與策略

氣候的快速變遷將會產生許多異常氣象情境，帶來不同的氣象逆境，本文謹摘述其中幾項重要項目：

(一)新品種選育：針對氣溫的上升對休眠的影響，選育低溫需求較少品種。而因應氣候變遷引起病蟲草害的發生與流行，依照目標育成耐/抗病蟲及對雜草較具競爭力的品種。

(二)善用氣象和作物資料庫：依特定地區長期的氣象資料與氣候變遷趨勢，預測天氣及氣候，又根據完善作物資料庫的防護(範)作法，提前或事前採取因應措施來降低災損。另可提供各種因應措施與策略之風險與成本，協助生產者判斷選項之合適性及經濟效益。

(三)適地適時適作：各個生產區有其特殊條件，在人、事、時、地、物均適當的情況下，選擇對的地點、季節與作物栽培，才可預見未來豐厚的生產效益。如此，也才能善用氣象環境的優勢，有效管理氣象資源，並減少惡劣的氣象缺失與逆境危害。在果樹生產方面，亦可利用栽培管理技術達到整花整果及產期調節目的。

(四)病蟲草害與栽培管理：氣候變遷造成的氣象新情境，分別對作物、雜草、病蟲源等都有影響。因此，病蟲害防治、雜草管理與栽培管理技術皆需配合更新改進，以符合天候的改變、生物相的遷移及環境的變異。在栽培管理部分，肥料與農藥的施用、灌溉的調節、整枝修剪、資材使用等，都是值得重視的研發項目。

(五)極端氣象事件的因應對策：對於幾近於天災的極端氣象事件，難以提早或及時預防，從事前的規劃、準備、教育、訓練與預警，到災變當時的快速勘災、調度、救助(濟)與復建等，才能於第一時間獲得最大效用，減輕災情損失。

六、結語

人類與自然環境彼此相互影響，從原始部落發展到農業社會再進入工業時代，隨著文明科技的精進到現今的高科技世紀，各樣的人類活動已實質的改變了大自然的風貌。氣象環境的變化及帶來的影響，非僅是局部地區性，而是全球性與全面性的大問題。氣候變遷所導引出的新氣象環境，對農業的永續性與全球糧食供應的穩定性，已造成相當廣泛與深遠的衝擊。生在台灣的我們應該珍惜資源，善待環境，努力於農業的永續經營發展。雖然無法避免氣候變遷的影響，若能善用氣象資訊(源)、提升栽培管理技術、強化作物遺傳育種，必能使農作物生產發揮潛能。

光度單位轉換問題之探討

農試所農工組 姚銘輝

一、前言

『光』是農作物栽培過程重要氣象因素，在田間、栽培設施及生長箱內，光度的監測或量測是精緻管理不可或缺的工作。光直接提供作物葉片行光合作用所需能量，光質影響作物型態發育及生理反應，光週期則決定開花與否的因素，光對作物之重要性不言可喻。量測光度有三種常用單位，包括輻射量(Radiometric;Wm^{-2})，照度(Photometric;lux)及光量子(Quantum; $\mu mol\ m^{-2}s^{-1}$)等三種，每一種量測方式有特定意義及適用範圍。1982年美國農業工程學會將光量子通量密度(quantum flux density)定為農業量測光強度之基準，因此，過去常用單位（尤其是照度）需轉換為光量子單位，目前有些儀器提供轉換公式，但僅限於太陽光，至於人工光源雖也有文獻提供轉換資料(Thimijan and Heins 1983)，但限於英文資料農民取得不易，此外，每一種人工光源有特定光譜範圍，轉換係數並不相同，由於最近常有農民及研究人員詢問相關問題，因此本文將我國目前農業栽培常用之光源作一量測，建立不同光源之光度單位轉換係數，以提供各界參考利用。

通訊作者：姚銘輝副研究員
連絡電話：04-23317715

二、光度意義及單位定義

太陽輻射光譜中，與作物有關之波長範圍由290-3000 nm(=10^{-9}m)之間，可簡單分為三部分，紫外光(ultraviolet；290-400 nm)、可視光(visible light；400-740 nm)及紅外光(infrared；740-3000 nm)。紫外光依據波長又可分為為紫外線A、B及C三種。紫外線A為320-400nm的波長，不會對作物產生傷害；紫外線B為290-320 nm的波長，此波長的光所釋放出能量足以穿透植物表皮組織而引起傷害，農作物受紫外光傷害也以此波長為主；紫外線C則為更強的輻射量(<290 nm)，可引起染色體突變，殺死細胞等劇烈反應，所幸此段波長的紫外線在經過大氣層時已被臭氧(O_3)吸收，實際到達地面的量極少。有研究指出，紫外光有助於花色的鮮豔及溫室內害蟲的控制，因此，花卉生產業者應注意紫外光是否能穿透溫室覆蓋材質的問題。可視光波段中，藍光及紅光與光合作用光系統有密切關係，同時也是葉綠素及胡蘿蔔素主要吸收波長，各種光顏色、波段及能量如表一所示。紅外光和作物生長無直接關係，但因在設施內紅外光能被CO_2吸收而導致增溫現象，是目前夏季溫室栽培最大的問題。

三、不同光源之光譜分佈及單位轉換

太陽光是作物生長主要光源，太陽輻射量在大氣層外的能量，雖然會因地球與太陽遠近而有所差異，但基本上是穩定的數值，依據世界氣象組織(World Meteorological Organization;WMO)所定太陽常數(solar constant)為1367±7 Wm^{-2}。當太陽光照射至地面因受大氣層中化學組成的影響，在晴朗無雲的滿日光(full sunlight)情況下，近地面約為500 Wm^{-2}，如果以光量子通量表示約為2200 $\mu mol\ m^{-2}s^{-1}$，也就是太陽光祇有不到五分之二到達地面，其餘絕大部份反射或少部份在大氣層被吸收。太陽光光譜由280nm紫外線至4000nm之紅外光皆涵蓋，但一般量測範圍在280-2800nm之間，約佔全部輻射量之96.7%，光譜儀量測範圍300-1100nm約佔72.7%，可見光380-780nm為47.3%，至於光量子通量400-700nm約佔38.4% (Nobel, 1991)。人工光源以可見光為範圍，包括設施及生長箱內常用之螢光燈及鹵素燈，螢光燈包括長型日光燈，植物專用燈及省電燈泡等，其中植物專用燈因用於作物栽培，又可分為一般、偏紅及偏藍等三種，至於新興光源發光二極體(LED)也屬於人工光源之列。

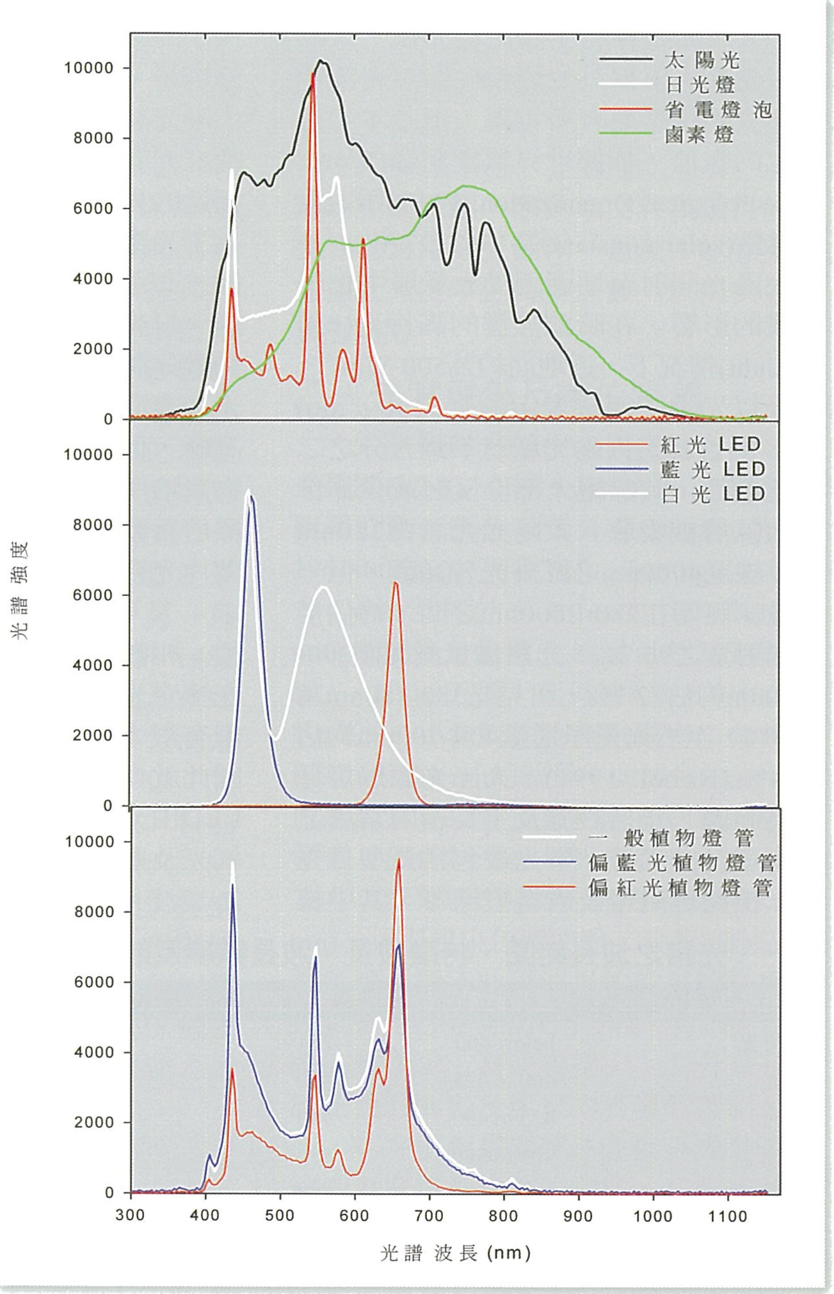
本研究以光譜分析儀量(EKO MS-720)量測不同光源之波譜變化，波長量測範圍為300-1100 nm之間，用以拍攝太陽光及人工光源的光譜變化。太陽光以每小時一次之連續記錄方式，其光譜以550nm（綠光）最高（圖一），而白天太陽光連續拍攝結果，在清晨藍光及傍晚紅光有較高現象，其餘時間大多維持相近的光譜變化（此部分資料未列）。人工光源皆以新購燈具材料在暗室內拍攝，以避免長期使用而光質改變或衰退。日光燈及省電燈泡屬於螢光燈源，光譜分別在435nm（藍光）及547nm（綠光）有高峰，省電燈泡在612nm另有一高峰，但此波長屬於橙色光波段並非作物栽培所需之紅光。植物燈管常用於組織培養或生長箱，因其用途主要在提升葉片光合作用對於紅光及藍光吸收的需求，又可分為一般、偏紅及偏藍等三種，相較於螢光燈管之光譜，植物燈管在特定光譜波段有增強效應。至於鹵素燈有很大部分並非在可見光的範圍內，因此就作物生長之照明需求並無效率。LED由光譜可知是單一波長的光源，如紅光及藍光LED的波譜，而白光LED分為二波長混合光（藍色光+黃色光）或

表一、光譜之波長範圍、特徵波長、波長頻率及能量

光譜顏色	波長範圍(nm)	特徵波長(nm)	波長頻率(hertz)	能量(kJ mol^{-1})
紫外光	below 400	254	11.80×10^{14}	471
紫光	400 to 425	410	7.31×10^{14}	292
藍光	425 to 490	460	6.52×10^{14}	260
綠光	490 to 560	520	5.77×10^{14}	230
黃光	560 to 585	570	5.26×10^{14}	210
橙光	585 to 640	620	4.84×10^{14}	193
紅光	640 to 740	680	4.41×10^{14}	176
紅外光	above 740	1400	2.14×10^{14}	85

三波長混合光（藍色光+綠色光+紅色光），本研究特別量測二波長混合光LED之光譜，其紅光比例甚低，作物栽培應避免使用此種LED燈具。

為了解不同光度單位間轉換問題，本研究利用Licor公司生產之三種光度感測器，LI-190SA量測光量子密度；LI-200SA量測輻射量；LI-210SA量測照度，三種感測器之量測波長範圍及單位如表二所列。將三種感測器同時放置於不同光源下量測，並由資料收集器(Licor 1000)進行量測記錄，將資料分析以完成光度間單位轉換對照表（表三）。表三第二欄位之可視光所佔比例，係指光源在光譜儀量測300-1100 nm範圍中可視光(400-700 nm)所佔之比例，例如太陽光為71%，鹵素燈46%，省電燈泡89%，其餘光源皆在90%以上。第三及第四欄分別是光單位轉換時所需乘以之係數，例如10萬lux(=100 klux)在太陽光下應乘以18.13為1813 μmol m^{-2}s^{-1}，不同燈具下有不同的係數，而燈具使用年限及量測環境皆會影響轉換係數，表三僅為參考數值，若要精確數據仍以應用適當光度計直接量測為佳。



圖一、不同燈具之光譜強度及範圍。

表二、三種光度計之量測單位及波長範圍

感測器種類	量測項目	量測單位	波長範圍
LI-190SA	光量子（Quantum）	μmol m^{-2}s^{-1}	400-700 nm
LI-200SA	輻射量（Radiometric）	Wm^{-2}	400-1100 nm
LI-210SA	照度（Photometric）	lux	380-770 nm

表三、不同燈具光譜特性及單位間轉換係數。

	可視光所佔比例（%）	Wm^{-2} ↓ μmol m^{-2}s^{-1}	klux ↓ μmol m^{-2}s^{-1}
太陽光	71	4.45	18.13
日光燈	96	5.61	13.65
省電燈泡	89	5.80	14.33
鹵素燈	46	0.63	19.08
植物燈管	90	4.82	23.23
偏紅植物燈管	97	5.30	27.87
偏藍植物燈管	91	5.08	24.27
白光LED	95	5.83	15.29
紅光LED	99	5.22	84.71
藍光LED	99	7.01	52.72

至於光度計在使用上的問題，依據實際經驗，如果以感測器方式長期置於太陽光下量測，每年應校驗一次，以確保感測元件的準確度；手持式光度計一般以電池為電源，當長期不使用時應將電池拆下，以免電池液腐蝕感測面板。另外，量測時應用水平儀將光度計感測頭與光源間調整成直射角度，避免因量測角度偏差而影響測值。

四、結論

光度量測對於農業環境的監測很重要，但目前坊間光度計之廠牌或型式繁多，價位由5-6千元至十幾萬元皆有，在購買時應考慮所需光度的精確度，同時量測方法應正確，儀器的保養及維護也相當重要。另就光單位（或光度計）的選擇利用，目前農民常用之照度計，其價位較便宜，但應鼓勵改用光量子計，除了和研究報告相互比較單位一致外，也較能反應作物實際所需之光度，而相關推廣性刊物或栽培手冊也建議改以用光量子為光度表示單位，讓農業界在光度量測之單位能統一。

五、參考文獻

1. 朱鈞。2001。光與光強度。科學農業。49:56-57。
2. Thimijan, R.W. and R.D. Heins. 1983. Photometric, radiometric and quantum light units of measure: A review of procedures for interconversion. HortScience 18:818-822.
3. Nobel, P.S. 1991. Physicochemical and Environmental Plant Physiology. Acadmic press, London.
4. Rosenberg, N. J., B. L. Blad and S. B. Verma. 1983. Microclimate;The Biological Environment. 4nd ed. Acadmic press, Inc. San Diego.

合作業者參與農業科技產學合作計畫之滿意度調查

農試所技服組 楊舜臣 顏妙朱

一、前言

產學合作之意涵，係指學術界和產業界間共同合作、研發，使理論與實務能有效整合之合作策略，進而達到研究、資源的有效利用及人才培育等目的。為促使產學合作能有效推動並落實於學術界與產業界之間，政府有關部門於近年來制訂或修訂許多相關法令與規則；其中國科會、經濟部與教育部之相關法規，在產學合作的推動過程中居於關鍵地位。農委會於87年8月公告實施「行政院農業委員會農業科技計畫產學合作實施要點」，計畫執行以來頗具成效，本調查之主要目的在於了解合作業者對於合作期間之滿意度情形，以提供試驗改良場所未來共同合作之參考。

二、產學合作之現況

為有效提升產業、國家的競爭力，國內推動產學合作的單位是以經濟部、國家科學委員會、教育部及行政院農業委員會為主。而目前經濟部、國科會、教育部及農委會各有專職負責推動產學合作體系之窗口，經濟部的創新育成中心，負責輔導中小企業的創新培育；國科會的技術移轉中心，負責輔導專利管理、智慧財產權的維護及商品化的技術移轉；教育部的區域產學合作中心，專職區域產學合作的推廣業務與媒合，另外技職專校設有40個專屬領域的技術研發中心，負責技術的創新與研發；農委會的科技處，負責研發成果管理、運用及產學合作計畫之規劃與執行。

根據教育部所訂定之「大專院校產學合作實施辦法」，產學合作的範圍相當廣，甚包含學校單位與政府機關、事業機關、民間團體、學術研究機構等單位合作進行專題研究、檢測檢驗、技術服務、諮詢顧問、專利申請、技術移轉、創新育成、培訓研習、實習訓練或智慧財產權益之運用等事項皆可稱之。而依據行政院農委會產學合作計畫之定義為：1.以本會或所屬機關農業科技計畫研發已有初步成果，擬商品化者為合作計畫項目；2.以企業研發技術已有初步成果，擬商品化者為合作項目；但不包括委託檢驗、鑑定、測試或試驗等項目。因此，農委會產學合作，相較於大學院校之產學合作所涵蓋範圍更顯狹隘。

通訊作者：楊舜臣副研究員
連絡電話：04-23317452

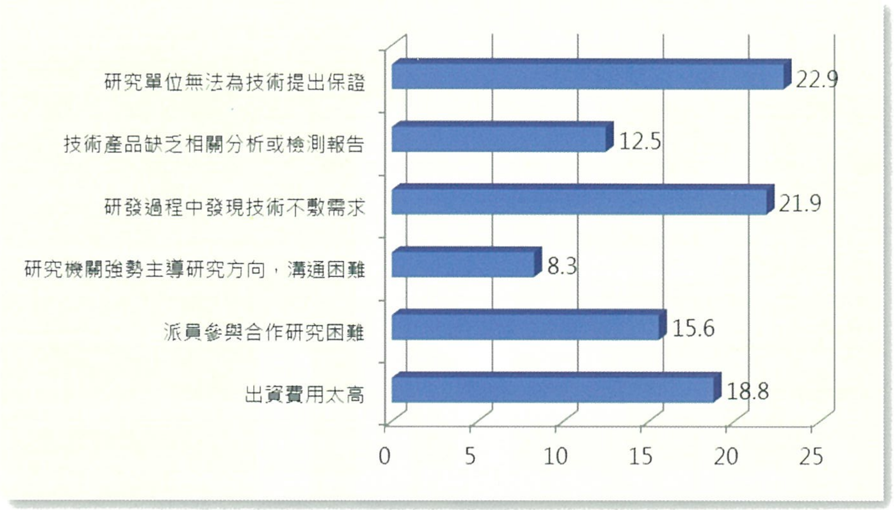
三、調查對象

以曾執行行政院農業委員會農業科技產學合作計畫之合作業者為調查對象，採用問卷調查法為研究工具，總計共發送198份問卷，回收61份問卷，回收率為30.8%。

四、調查結果

(一)受訪者參與農業科技產學合作計畫之滿意度

1. 有高達56.1%的受訪者同意「目前行政院農業委員會農業科技產學合作計畫政策，可減少產業界之研發投入，有助於產業之發展」，另有33.3%的受訪者表示非常同意。
2. 有54.4%的受訪者對於參與產學合作計畫之權利與義務充份了解，有21.1%的受訪者非常了解。
3. 有84%的受訪者對於業界參與產學合作計畫之應出資比例認為合理，僅有16%的受訪者認為不合理。
4. 在對於參與產學合作計畫過程中，最



圖一、受訪者對於產學合作計畫之執行過程所遭遇之問題。

表一、受訪者對於產學合作過程中研究單位之滿意度

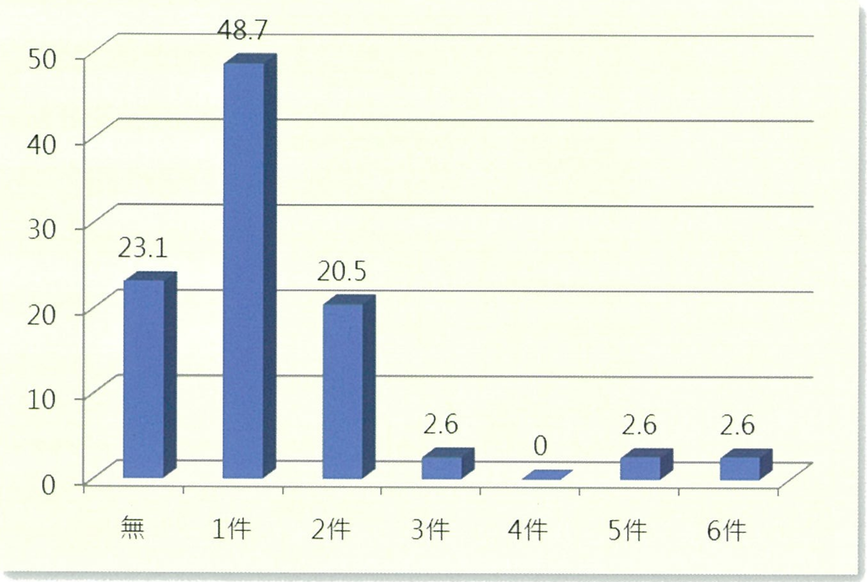
滿意度項目	非常滿意	滿意	普通	不滿意	非常不滿意
公告資訊清楚易懂	3.8	66.0	28.3	1.9	
審查與簽約極具效率	3.8	62.3	32.1	1.9	
能依計畫書之進度，完成各項研究工作	3.8	66.0	18.9	9.4	1.9
合作期間與研究人員之間有良好的互動與溝通	13.2	62.3	18.9	3.8	1.9
出資之經費有妥善之規劃與應用	3.8	54.7	32.1	7.5	1.9
研究人員技術研發能力強，符合貴公司需求	1.9	54.7	37.7	5.7	
研究單位整體配合度高，資源運用與協調性強	7.5	58.5	28.3	3.8	1.9
派遣參與研究之人力，技術獲得提升	5.8	50.0	34.6	7.7	1.9
交付之計畫結案報告，清楚易懂	5.7	52.8	35.8	3.8	1.9
合作技術之研發，確能量產上市	5.7	35.8	39.6	11.3	7.5

常遭遇到之問題為何問項，有22.9%的受訪者認為「研究單位無法為技術提出保證」，其次為「研發過程中發現技術不敷需求」，占21.9%（圖一）。

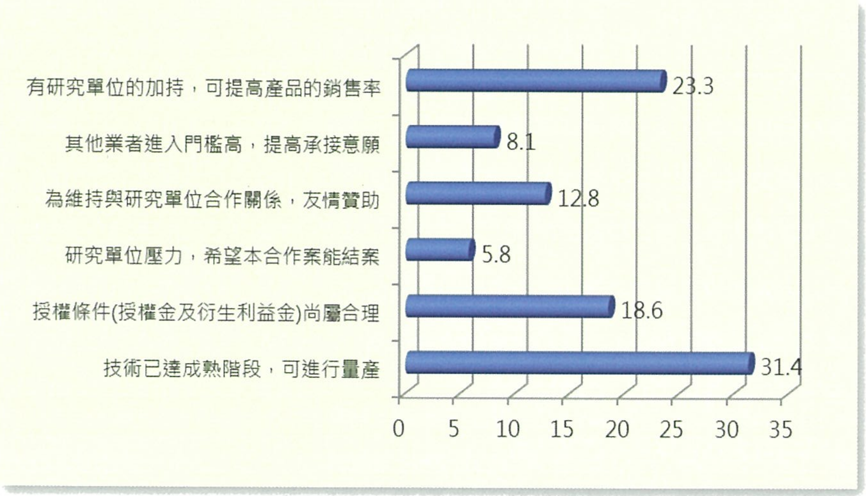
5. 表一顯示受訪者在產學合作計畫過程中對於研究單位之滿意度表現情形：
6. 至目前為止已承接(已技術移轉)之技術件數問項，有48.7%的受訪者已承接1項技術，有23.1%的受訪者沒有承接技術（圖二）。
7. 在產學合作計畫結束後，承接技術之因素為何問項，有31.4%的受訪者認為「技術已達成熟階段，可進行量產」，另有23.3%的受訪者認為「有研究單位的加持，可提高產品的銷售率」。（圖三）
8. 在產學合作計畫結束後，無承接技術之因素為何問項，有31.2%的受訪者認為「技術尚未成熟，無法量產」，另有24.7%的受訪者認為「技術移轉費用太高，對公司負擔太大」。（圖四）
9. 在對於產學合作計畫之成果是否符合原來之預期問項，有45.3%的受訪者認為符合原來之預期，但仍有13.2%的受訪者認為不符合。

(二)受訪者基本資料（圖五）

1. 受訪者公司成立年數，以21年以上者最高，占51.7%。



圖二、受訪者至目前為止已承接(已技術移轉)之技術件數。



圖三、受訪者於計畫結束後，承接技術之因素情形。

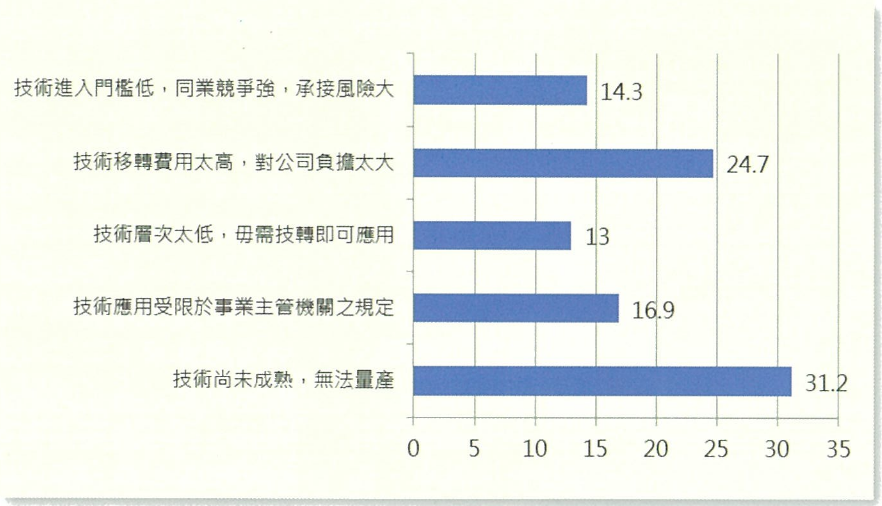
2. 受訪者主要經營產品項目情形，以農業設備及資材最高，占46.8%，其次為種苗業，占19.1%。
3. 在公司是否有研發部門部份，有研發部門占63.3%，沒有研發部門占36.7%。
4. 受訪者至目前為主，參與行政院農業委員會暨所屬單位農業產學合作計畫件數情形，以參與1件者最高，占52.7%。
5. 受訪者公司年營業額情形，以301萬元以上最高，占83.9%。

五、結論

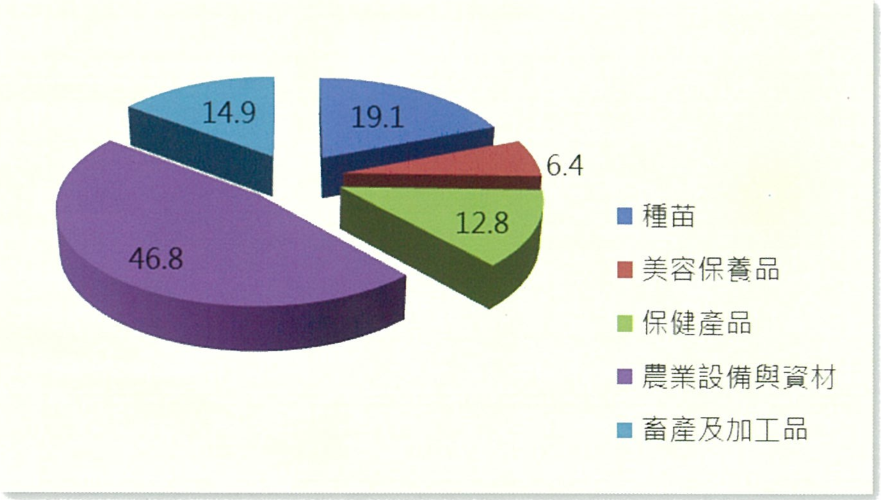
本調查結果顯示，受訪者對於農業科技產學合作計畫多保持正面的回應，惟在產學合作計畫結束後之技術移轉，部份業者認為「技術尚未成熟，無法量產」、「技術移轉費用太高，對公司負擔太大」等因素，可作為未來產學合作計畫研提時充份溝通及技術移轉授權時訂價之參考。

受訪者「研究單位無法為技術提出保證」、「研發過程中發現技術不敷需求」、「出資費用太高」等為執行計畫常遭遇之問題，顯示合作業者希望技術能具較高之成熟度，出資費用能更低廉。

大部份的受訪者對於研究單位合作之滿意表現多給予正面的肯定，但仍有部份受訪者認為不滿意及非常不滿意，雙方合作仍有很大的改進空間。



圖四、受訪者於計畫結束後，無承接技術之因素情形。



圖五、受訪者主要經營產品項目情形。

台灣第一個平地花梅新品種
台農花梅1號「純香」

本所100年01月14日新聞稿

農試所種原組 溫英杰

農業試驗所利用台灣在地果梅品種為親本，育成國內第一個平地可種植、花期早、開白色重瓣花及具有香味的觀賞梅品種，於98年1月14日通過審查命名為台農花梅1號，商品名為「純香」。台農花梅1號開花期在低海拔地區由元月中旬至2月上旬，花徑約2.2公分，為中大花品種，具濃郁花香。由於冬季休眠所需低溫時數少，可作為台灣中、低海拔地區的景觀樹種，另外開花早之特性，倘作為盆花或切花，因市場上無競爭品種，亦有發展潛力。

梅(*Prunus mume* Sieb. et Zucc.)為薔薇科(Rosaceae)的落葉喬木，在園藝上除為採果而栽培外，還是重要觀賞花木，其品種可大略分別為果梅與花梅兩類，收穫果實的為果梅，專作休閒觀賞的叫花梅，中國歷代詩詞小說中所歌詠的梅花，通常指的是花梅；皚皚白雪中，紅梅含苞待放，便是一幅令人驚嘆的梅雪爭春圖。台灣位處亞熱帶是梅樹栽培的南限，往南即無梅樹栽培的報導。台灣果梅的栽培，早期皆由果農以實生育苗種植，經過幾百年來的演化及人為選拔，產生了一些果梅品種，這些果梅品種皆開白色單瓣花，未見有其他花色或重瓣花梅品種產生的報導。

梅花為我國國花，但是適合低海拔栽培的梅花品種並不多。由日本及大陸引進的梅花品種，多為高需冷性，需要較多的低溫滿足其冬季休眠，台灣低海拔地區缺乏這樣的氣候條件，農業試驗所在80年代幾次由日本引種，在低海拔地區試種，結果皆不盡理想，這些引進的梅花品種，只有在1500公尺以上的高山上，才能生育正常。每到初春，愛梅人士若要賞梅，常需跋山涉水，才能一睹梅花芳姿。為了讓國人容易親近我們的國花，利用台灣固有低需冷性的果梅品種(開白色單瓣花)為母本，並以花朵具有較高觀賞價值(開粉紅重瓣花)但需冷性較高的花梅為父本，進行雜交育種，經過10年育種選拔，終於選育出第一個適應台灣低海拔氣候環境的花梅品種。

台農花梅1號之萌芽期為2月上旬，10月下旬落葉，花期早而長，中海拔地區(850公尺)的花期由12月下旬至元月中旬，低海拔地區(90公尺)的花期自元月中旬至2月上旬。花徑約2.2公分，花有濃郁花香，花色初開時為淡粉紅色，隨後漸轉淡，盛開期則為粉白色。在觀賞梅品種中，台農花梅1號頗富特色，且深具市場潛力。

圖一、花梅新品種－台農花梅1號純香。

圖二、花梅新品種－台農花梅1號純香(近照)。

作　　者：溫英杰研究員兼組長
連絡電話：04-23317800

進攻日本文心蘭切花市場的明日之星
台農4號「白雪」

本所100年02月14日新聞稿

農試所花卉中心 蔡東明 莊耿彰 謝廷芳

文心蘭切花每年為我國賺取超過新台幣3億元的外匯，目前我國輸日文心蘭切花主要品種均為黃花，計有老將(南西)和小將(Honey Angle)，每年外銷日本2000萬支，其中Honey Angle因拍賣價錢高，似有全面取代「南西」之趨勢。最近農委會農業試驗所花卉研究中心新育成並獲得品種權的白色大花品系文心蘭「台農4號－白雪」，由於花朵大且具優良切花特性，極有潛力成為進攻日本文心蘭切花市場的明日之星。

我國文心蘭產業基礎穩固，具備國際競爭力。文心蘭切花外銷日本供貨量連續4年穩定達1800萬～2000萬支，佔日本進口量的80％以上。其除歸功於一系列產銷結構的整合，包括生產專區的設立、保鮮技術的提升及海運技術突破等外，由於我國文心蘭的外銷切花品種相對上較少，未來文心蘭產業永續發展的續航力將取決於自有品種的開發與推陳出新。

近年來農業試驗所花卉研究中心配合政府農業相關政策，積極投入花卉育種工作，遵循國家品種權保護制度，開發具香味、花型優美、顏色鮮豔、多花之優良文心蘭切花及盆花品種，藉以提昇我國在世界花卉產業的地位及國際競爭能力，並朝向使台灣成為世界級花卉島之目標前進。

「台農4號－白雪」的花朵幾乎是目前銷日白花品系「白玉」的兩倍，花橫徑約3.2公分，縱徑約4.2公分，第一次開花花梗最長約60公分，瓶苗移出後約18個月即可開花，第一次開花剛展開時為淡黃色，約3天後逐漸轉為白色，在25℃空調下切花瓶插壽命可達10天觀賞期，具有優良切花特性。由於日本人偏愛白花，白雪與Honey Angle預估將成為攻佔日本的兩大主力。而且，兩者花色不同，不會互相競爭瓜分市場，據評估白雪應具有擴大市場的加乘效果，將有機會繼純黃「Honey Angle」之後再創文心蘭銷日數量的高峰。

圖一、台農4號－白雪花梗近照。

圖二、台農4號－白雪（左）和白玉（右）之花瓣大小比較。

作　　者：蔡東明助理研究員
連絡電話：05-5828217

台灣柑橘新天王「台農天王柑」誕生囉！

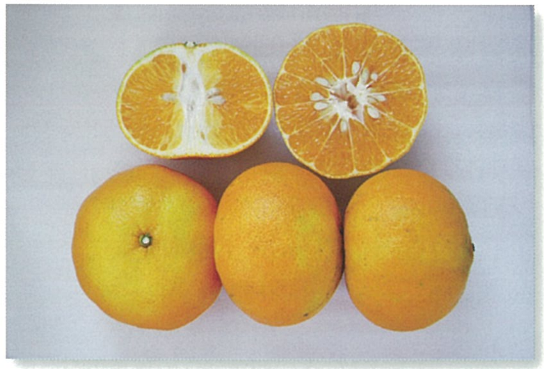
本所100年03月11日新聞稿

嘉義分所 黃阿賢 張哲瑋 楊宏仁

在台灣市場上，不論椪柑、桶柑或茂谷柑等寬皮柑品種，大型果普遍受到歡迎，在價格上也有較佳的實際反映，同時大型果在採收及採後作業流程中，各種處理均較中小型果省時便利。因此，柑橘大型果品種的育成與生產技術是柑橘果農追求的關鍵所在。歷經15年的研發，農業試驗所嘉義分所成功育成很可能為全球最大果的寬皮柑品種「台農天王柑」，果實直徑可達10.5公分，重達1台斤，皮薄易剝，果肉柔軟多汁，風味濃郁，兼具鮮食與觀賞之發展潛力。目前已積極申請品種權，預計半年後可授權相關種苗業者，生產種苗供應農友種植，預期可增加台灣柑橘品種的多樣化，並提升農友收益。

農業試驗所嘉義分所具備雜交育種的良好基礎，也是台灣柑橘類種原供應中心，多年來陸續收集與保存170個柑橘品種系，也因此誕生了「台農天王柑」。該品種係以「興津早生」溫州蜜柑授粉於「Fortune」柑，經採收果實、播種、雜交苗木種植、開花與結實、地區試作而育成，果型極大為主要特徵，植株生長勢強，葉片大型。果形扁圓，果重介於450至600公克。果實多籽，皮薄可剝皮，果皮呈橙至橙紅色。果肉柔軟多汁，果汁率介於50至55 %間，風味濃稍偏酸。試驗顯示，中南部地區於12月中下旬可採收。應用上「台農天王柑」除作為鮮果食用外，由於結果量較少的樹可結出較大果實(重量甚至可達1公斤)，亦富有觀賞價值，尤其過年期間風行「大桔大利」時尚，可運用以提供年節應景。

圖一、台農天王柑（後）果形遠較椪柑（前）為大。



圖二、台農天王柑皮薄，果肉柔軟多汁。

作　　者：黃阿賢副研究員
連絡電話：05-2771341-560

農業試驗所100年01月至03月

重要記事

編輯室

- 1月10日設施果樹有機化栽培關鍵技術先期技術授權予德興事業股份有限公司。
- 人事異動：本所農場管理組新任張定霖組長，於1月14日到職就任。
- 1月15日嘉義分所辦理「慶祝建國百年暨成果發表會開放日」活動（圖一）。
- 1月19日動植物防疫檢疫局帶領美國農業部動植物防疫檢疫局官員一行16人參觀本所昆蟲標本館。
- 1月25日作物組與鳳山分所共同辦理「台灣蔬菜育種研究發展近況研討會」計有百餘位產、官、學、研人士參與（圖二）。
- 1月25日花卉研究中心辦理「花卉研究團隊研究現況與展望研討會」。
- 2月3日至13日花卉研究中心辦理「百花迎春開放日」活動。
- 2月11日文心蘭新品種台農2號「黃金女孩」、3號「台灣之星」、4號「白雪」取得品種權。
- 2月14日行政院農委會國際處帶領沙烏地阿拉伯農業部長辦公室顧問一行3人，拜會本所並參訪本所土壤陳列館。
- 2月21日美國夏威夷大學教授Dr. Ronald Mau ，蒞所拜會並參觀本所農業陳列室。
- 2月24日農糧署帶領日本農林水產省官員一行6人，參訪本所國家作物種原中心。
- 人事異動：本所農業工程組新任林木連組長，於3月1日到職就任。
- 3月2日種原組假土壤陳列館邀請日本學者新野 孝男博士及松本 敏一淮博士蒞所進行專題演講。
- 3月2日於南投縣信義鄉東埔村辦理土壤蒸氣消毒機觀摩會，計有30人參與。
- 3月5日花卉中心參加台北國際蘭展及台南國際蘭展蘭花競賽，分別獲得蝴蝶蘭屬及其聯屬組之原生種蘭分組第一名、白花交配種分組冠軍等殊榮。
- 3月10日 荔枝台農6號「豔麗」取得品種權。
- 3月14日日本愛知教育大學市橋正一教授，蒞所參訪並進行專題演講。
- 3月20日農藥殘毒快速檢驗試劑製程非專屬技術授權予安鎂國際有限公司。
- 3月22日具美白功效的蝴蝶蘭萃取物非專屬技術授權予采暄國際有限公司。
- 3月26日鳳山分所辦理成果發表暨慶祝建國百年開放日活動。
- 3月29日於本所科技服務大樓3樓國際會議廳辦理「作物生產體系資訊化發展近況研討會」。

圖一、嘉義分所辦理成果發表會開放日活動，邀請附近居民參與活動。

圖二、台灣蔬菜育種研究發展近況研討會，各節主持人進行意見交流。